

Beiträge zur Kenntniss des
Centralnervensystems von Lumbricus.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

VON DER PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

GENEHMIGT

UND

NEBST DEN BEIGEFÜGTEN THESEN

ÖFFENTLICH ZU VERTHEIDIGEN

am 3. März 1888

VON

Benedict Friedlaender

aus Berlin.

OPPONENTEN:

- Hr. Dr. phil. et Cand. med. M. Verworn.
- Dr. phil. A. Collin.
- Dd. med. O. Huber.
-

BERLIN.

BUCHDRUCKEREI VON GUSTAV SCHADE (OTTO FRANCKE).

LINIENSTRASSE 158.

Seiner theuren Mutter

in Liebe und Dankbarkeit

gewidmet

vom

Verfasser.

Trotz einer beträchtlichen Zahl von Untersuchungen über das Central-Nerven-System unserer gewöhnlichsten Oligochaeten, der Regenwürmer, sind bisher noch manche auf dasselbe bezügliche Fragen unerledigt geblieben. Dies trifft namentlich für die von Leydig als „riesige Röhrenfasern“ bezeichneten, auf der Dorsalseite des Bauchmarks gelegenen Canäle zu, über deren Structur, Verlauf und muthmassliche Function z. Th. weit auseinander gehende Ansichten ausgesprochen worden sind. Diese Gebilde waren es daher, denen ich auf Anregung meines verehrten Lehrers Hrn. Prof. Arnold Lang in Jena hauptsächlich meine Aufmerksamkeit zuwandte.

Im Verlaufe meiner Untersuchungen kam ich jedoch bald zu der Ueberzeugung, dass auch abgesehen von diesen „Neuralcanälen“, noch manches andere von früheren Beobachtern übersehen oder falsch gedeutet wurde. Doch muss ich dabei von vornherein bemerken, dass ich mich im Grossen und Ganzen auf die Untersuchung der Anordnung der histologischen Elemente beschränkt habe, ohne in die feinere und feinste Structur der letzteren selbst einzudringen. Namentlich gilt dies von der viel umstrittenen Structur der Nervenfaser der Wirbellosen. Auch der sogenannte Sympathicus des Regenwurms war nicht Gegenstand eingehenderer Untersuchung. Wenn ich hier und da einige auf die Histologie im engeren Sinne bezügliche Beobachtungen mittheile, so geschieht dies mehr beiläufig. — Die Literatur über unseren Gegenstand hat einen so beträchtlichen Umfang erreicht, dass

eine zusammenhängende Darstellung der verschiedenen Ansichten der einzelnen Forscher weit über den Rahmen der vorliegenden kleinen Schrift hinausgehen würde. Ein umfangreiches Verzeichniss der in unser Gebiet einschlägigen Literatur findet man u. a. namentlich in einem neu erschienenen Werke „The Structure and Combination of the histological Elements of the Central Nervous System“ by Fridtjof Nansen (1887), so dass ich einfach auf dieses Buch verweisen kann.

Wenn ich aber auf die Beobachtungen und Ansichten früherer Autoren eingehen muss, so thue ich dies zum Zwecke möglicher Vermeidung von unnützen Wiederholungen gesondert bei einem jeden einzelnen Capitel und zwar meist im Anschluss an meine eigenen Untersuchungen. — Die Arbeit wurde auf dem zoologischen Institut zu Jena begonnen und auf dem Berliner fortgesetzt und zum vorläufigen Abschlusse gebracht; ich übergebe dieselbe der Oeffentlichkeit, in der Hoffnung, dass vielleicht einige Streitfragen dadurch ihrer Entscheidung näher gebracht, sowie dass die Aufmerksamkeit der Forscher auf einige bisher unbeachtet gebliebene Punkte gelenkt werden möge.

Untersuchungsmethoden.

Eine genaue Angabe der angewandten Methoden erscheint gerade hier deswegen besonders geboten, weil man je nach der Art der benutzten Reagentien oft ganz ausserordentlich verschiedene Bilder, zum Theil sogar sehr verführerische „Kunst-Producte“ erhält.

Will man die Würmer in toto schneiden, so ist es nothwendig, zuvor den sandigen Darminhalt herauszuschaffen, was auch sonst ganz angebracht ist, da beim Zergliedern eines sandhaltigen Regenwurms das Wasser, unter dem die Präparation stattfindet, durch den erdigen

Darminhalt getrübt wird und oft erneuert werden muss. Ich bediente mich zu diesem Zwecke einer mir von Hrn. Dr. Kükenthal in Jena, dem ich auch sonst zu Dank verpflichtet bin, freundlichst mitgetheilten Methode. Ich setzte die Thiere in hohe, mit etwas zerzupftem feuchten Fliesspapier angefüllte Glasylinder. Indem sie das Löschpapier fressen und zugleich den Sand von sich geben, sind sie nach etwa 2 Tagen zur weiteren Behandlung geeignet. Im Grossen und Ganzen lieferten mir jedoch die in toto geschnittenen Regenwürmer nicht so gute Resultate, wie die in folgender Weise präparirten. Ich betäubte sie mit Wasser, dem etwas Chloroform zugesetzt war, wobei sie sich gut auszustrecken pflegen, schnitt dann unter Wasser, im Paraffin- oder Pech-Becken den Hautmuskelschlauch in der dorsalen Medianlinie auf, und steckte die Ränder desselben nach Durchtrennung der Dissepimente auf beiden Seiten mit zahlreichen Nadeln fest. Darauf wurde der Verdauungstractus möglichst entfernt, bis auf den Oesophagus, der sich ohne Verletzung oder wenigstens Verschiebung des Schlundringes kaum fortbringen lässt. Nachdem nun durch einige Spannung die sonst vorhandenen wellenförmigen Biegungen des Bauchmarks ausgeglichen waren, ersetzte ich das Wasser durch eine der Fixirungs-Flüssigkeiten.

Als solche benutzte ich: 1. Osmiumsäure in 1 % Lösung. Nach etwa halbstündiger Einwirkung dieser Flüssigkeit ist das Präparat so weit gehärtet, dass man, ohne Verzerrungen befürchten zu müssen, die Nadeln fortnehmen und den ventralen Theil des Hautmuskelschlauchs mit dem aufliegenden Bauchmark in beliebiger Weise in kleinere Portionen zerschneiden kann. Um Verwechselungen von vorn und hinten vorzubeugen, schnitt ich die Stückchen immer so zu, dass das hintere Ende merklich breiter war. Ich erwähne dies ausdrücklich aus später ersichtlichen Gründen. Die Stücke

kommen dann nach Vignal's Vorschrift auf 24 Stunden in ein Fläschchen mit derselben Lösung, werden darauf ausgewaschen, allmählich in immer stärkere Alkohol-Grade übergeführt, wobei ich mich mitunter des von Fr. E. Schulze construirten Entwässerungsapparates¹⁾ mit Vortheil bediente, in Toluol gelegt oder in Chloroform eingesenkt, schliesslich in Paraffin eingeschmolzen und mit dem Microtom zerlegt. Diese Methode liefert sehr schöne Bilder, die auch in Wahrheit sehr brauchbar sind, um die Vertheilung der Neurogliaartigen, bindegewebigen Elemente zu studiren. Auch die Ganglienzellen treten deutlich, aber nicht so übersichtlich hervor, wie an gefärbten Präparaten. Für das Gehirn ziehe ich diese Methode allen andern probirten sogar unbedingt vor.

Die Nervenfasern jedoch sind sehr schlecht conservirt, wenn man auch ihren Verlauf an den entsprechenden hell hervortretenden Bindegewebslücken oft sehr gut verfolgen kann.

2. Eine Modification dieser Methode, welche ich der Güte des Herrn Dr. v. Mährenthal verdanke, ist folgende:

Die nur eine halbe bis eine Stunde mit Osmiumsäure behandelten Präparate kommen in verdünnten Holzessig (1 Theil auf etwa 3 Theile Wasser), der eine schnelle und vollständige Reduction der Osmiumsäure bewirkt. Die weitere Behandlung ist dieselbe. Das Bindegewebe ist tief blauschwarz geworden. Besonders wichtig ist ausser der guten Erhaltung der Formen der Ganglienzellen das deutliche Zutagetreten der später zu besprechenden „medianen Zellen“.

3. Das frei gelegte Bauchmark wird erst mit schwächerem, dann mit stärkerem Alkohol übergossen. Nach halbstündiger Einwirkung von 70%igem Alkohol

¹⁾ Archiv für mikroskop. Anatomie XXVI.

kann man zur Zerlegung schreiten und die Theilstücke weiter härten. Die Nervenfasern sind bei Anwendung dieser Methode mehr oder minder geschrumpft, gerade deswegen aber leicht von dem umgebenden Bindegewebe zu unterscheiden. Ganglienzellen u. s. w. sind oft ganz gut erhalten.

4. Bessere Resultate als die wässerige concentrirte Quecksilberchlorid-Lösung lieferte mir ein Gemisch derselben mit 50%igem Alkohol zu gleichen Theilen. Mit Alkohol nach etwa halbstündiger Einwirkung des Sublimats gut ausgewaschen und wie oben mit Alkoh. absol., Chloroform und Paraffin weiter behandelt, zeigten diese Präparate eine ausgezeichnet gute Erhaltung der Nervenfasern, sowie des Inhalts der Neuralcanäle. Eine

Färbung

der mit Os O_4 behandelten Präparate gelingt schwer und wird in der Regel nicht sehr schön, ist auch ziemlich überflüssig. — Was die mit Alkohol gehärteten Stücke betrifft, so werden sie durch ein Zurückbringen in wässrige Farbstofflösungen durch Quellung oft verdorben, indem namentlich die Gestalt der Ganglienzellen verändert wird. Die besten Resultate lieferte mir eine von Kükenenthal angegebene Modification des Mayerschen Carmins, die darin besteht, dass man statt des 80%igen absoluten Alkohol nimmt. Nach 24stündiger Färbung wurde mit absolutem Alkohol andauernd und nachher mit ganz schwach angesäuertem (Salzsäure) Alkohol kürzere Zeit ausgewaschen. — Die Sublimatpräparate färbte ich mit ausgezeichnetem Erfolge mit Flemmingscher Haematoxylin-Lösung. Nach etwa halbstündiger Einwirkung des Farbstoffs wurde mit schwach salzsaurem 50%igem Alkohol ausgezogen (1—2 Minuten), und die ins Röthliche übergegangene Färbung durch Alkohol mit einigen Tropfen Ammoniak wieder in Blau zurück-

verwandelt. Ich erhielt so prachtvoll differenzirte Färbungen: Bindegewebe und Nervensubstanz ungefärbt, Ganglienzellen tief blau, Nuclei, Nucleoli derselben und die Bindegewebskerne noch dunkler. Die beiden zuletzt angeführten Methoden kann man noch durch nachträgliche Gelbfärbung der ungefärbten Elemente mittelst Pikrinsäure verbessern. Ich klebte die Schnitte mit Collodium-Nelkenöl auf, löste nach andauernder Erwärmung das Paraffin mit Terpentin oder Xylol auf und tauchte nun nach einer im Jenenser Institute üblichen Methode die Objectträger mit den Schnitten in Terpentin, dem einige Tropfen einer Lösung von Pikrinsäure in absol. Alkoh. beigemischt waren. In Berlin benutzte ich mit gleichem Erfolge statt des Terpentinöls Xylol. Nach wenigen Secunden haben sich Nervenfasern, Bindegewebe und namentlich die Muskeln mehr oder weniger intensiv gelb gefärbt. Darauf kommen die Objectträger in Terpentin oder Xylol mit einigen Tropfen Alkohol, wodurch die überschüssige Pikrinsäure, welche sonst leicht in Nadeln auskrystallisirt, fortgebracht wird. Schliesslich in reines Terpentin bezw. Xylol zurückgebracht, werden die Präparate in Canadabalsam eingeschlossen. Besonders die Haematoxylin-Pikrinsäure-Präparate zeigen eine sehr frappante, blaugelbe Doppelfärbung. Zum Schlusse will ich noch besonders hervorheben, dass sich die hier am meisten in Betracht kommenden histologischen Elemente durch grosse Hinfälligkeit auszeichnen, und dass daher alle Operationen, Entwässern und Einbetten u. s. w. mit möglichster Schonung und Vorsicht vorzunehmen sind. Es ist mir nicht gelungen, eine Methode ausfindig zu machen, die alles in gleicher Deutlichkeit zeigte; jede Methode hat ihre besonderen Vorzüge und Nachtheile, so dass ich die bindegewebigen Elemente vorzugsweise an Osmiumsäure-Präparaten studirte; ebenso gewisse multipolare Ganglienzellen an Os-

mium-Holzessig-Präparaten; die Anordnung der Ganglienzellen und den Verlauf ihrer Fortsätze an Alkohol-Carmin-Präparaten; die Anordnung der Nervenfasern endlich besonders an Sublimatpräparaten.

Größere Anatomie.

In Bezug auf die äussere Gestalt des Centralnervensystems kann ich auf die Untersuchungen früherer Autoren (Leydig)²⁾ verweisen. Zur allgemeinen Orientierung möge Folgendes genügen.

Vom Oberschlundganglion oder Gehirn gehen zwei Faserstränge aus, welche als Schlundcommissuren den Oesophagus umfassen und unterhalb desselben in das Unterschlundganglion eintreten. An dieses schliesst sich dann continuirlich der Bauchstrang an. Die gangliösen Anschwellungen des letzteren sind namentlich im vorderen und mittleren Abschnitte des Bauchmarks durchaus nicht scharf von einander abgesetzt, und folgen in sehr kleinen Distanzen aufeinander. Von jeder Anschwellung entspringen jederseits 3 Nerven, von denen je 2 ganz nahe aneinander gerückt erscheinen. Letztere bezeichne ich der Kürze wegen als „Doppelnerv“ im Gegensatz zum „einfachen Nerven“ (Vignal: „nerfs jumeaux“ und „nerf simple“). Nur auf einen Punkt will ich näher eingehen, da, wie ich glaube, trotz der scheinbaren Unschwierigkeit, diese Frage zu entscheiden, frühere Beobachter nicht näher darauf eingegangen sind, und insbesondere Vignal hierin gefehlt hat³⁾. Wie an-

²⁾ cf. das Literaturverzeichniss.

³⁾ Faivre stellte bereits eine richtige Reihenfolge auf. In dem im Erscheinen begriffenen Lehrbuche, „Traité d'Anatomie comparée“ von Carl Vogt und Emil Yung ist die Sache auch nicht völlig correct dargestellt, indem der einfache Nerv entspringen soll „de l'intervalle entre deux renflements“; während es besser heissen würde „von der vordersten Partie jeder Anschwellung“.

gegeben, sind die äusserlich sichtbaren Anschwellungen des Bauchmarks einerseits wenig ausgeprägt, anderseits stehen sie sehr gedrängt, so dass die Frage entsteht, ob beim Regenwurm eine Unterscheidung in Ganglienknoten und verbindende Längscommissuren gerechtfertigt erscheint, und ferner, welche Abschnitte man als Ganglienknoten und welche man als Commissuren aufzufassen hat.

Die Sache wird dadurch noch schwieriger, dass bei oberflächlicher histologischer Untersuchung es so scheinen kann, als ob die Ganglienzellen sich so ziemlich überall fänden. Bei genauerer Durchsicht einer lückenlosen Schnittserie kommt man jedoch bald zu der Einsicht, dass die Ganglienzellen ungleich vertheilt, an gewissen Stellen weit häufiger, als an andern sind; und es gelingt immer, einige Schnitte ausfindig zu machen, auf welchen sich gar keine oder fast gar keine Ganglienzellen finden; wenn daher auch zugegeben werden muss, dass beim Regenwurm die Sonderung in einzelne Ganglienknoten viel weniger markirt ist, als z. B. bei *Hirudo*, so glaube ich, dass man auch bei *Lumbricus* von Ganglienknoten und (allerdings sehr kurzen) diese verbindenden Längscommissuren sprechen kann. Vignal stellt nun folgende Reihenfolge auf: 1) *point de soudure de deux ganglions*, 2) *nerfs jumeaux*, 3) *nerf simple* u. s. w. Demnach würde der auf die Wurzel des einfachen Nerven folgende Abschnitt die Commissur sein. Hierin kann ich nun Vignal durchaus nicht zustimmen. Betrachtet man ein Canadabalsampräparat (des vordern Abschnittes z. B.) des Bauchmarks, so sieht man mit grösster Deutlichkeit (da nämlich die Contouren der cuticularen Hülle, der eigentlichen Grenze des Nervensystems, sich im Canadabalsam deutlich abheben), dass die schmalsten Stellen sich nicht hinter, sondern vielmehr vor den Wurzeln des einfachen Nerven befinden.

Auch ergibt die histologische Untersuchung an Querschnittsserien, dass die schmalsten, von Ganglienzellen freien Zonen sich eben dort befinden, dass demnach diese als die Commissuren aufzufassen sind. Demnach stelle ich folgende Reihenfolge auf: 1) Commissur, 2) einfacher Nerv, 3) Doppelnerv u. s. w.

Dieses Versehen Vignal's ist mir um so unverständlicher, als er später hervorhebt, dass er sich vor Verwechslungen von vorn und hinten — die ja an eingebetteten Präparaten sehr leicht vorkommen können — besonders gehütet habe. — Wie ich diese völlig auszuschliessen suchte, habe ich oben angegeben. Wir betrachten nunmehr

Die Hüllen des Bauchmarks.

Auch diese sind schon namentlich von Claparède und insbesondere von Vignal genau untersucht, so dass ich nur zur allgemeinen Uebersicht dieselben kurz erwähnen will und im übrigen auf die Arbeiten der genannten Forscher verweise. Auf eine äussere, epitheliale sehr dünne Lage folgt eine starke, namentlich in den hinteren Partien des Bauchmarks mit Bindegewebe untermischte Schicht von glatten Längsmuskelfasern; in dieser Schicht verlaufen auch die beiden lateralen und das ventrale Haupt-Blutgefäss des Bauchstrangs. Da ihr geronnener Inhalt sich z. B. mit Carmin intensiv färbt, erhält man Bilder fast wie von injicirten Präparaten. Die dritte Hülle ist homogen, kernlos, zeigt eine bedeutende Resistenz gegen starke Alkalien und wird von Vignal mit Recht für ein cuticulares Gebilde gehalten⁴⁾. Diese drei Hüllen umgeben die beiden

⁴⁾ Nur am Unterschlundganglion traf ich ein etwas abweichendes Verhalten der drei gemeinsamen Hüllen an, auffallenderweise aber nicht an allen Schnittserien, sondern nur an einer, welche von

Hauptfaserstränge als gemeinsame Scheide. Ein jeder der beiden Hauptfaserstränge besitzt nun noch je eine bindegewebige Separathülle, deren Dicke an den verschiedenen Abschnitten der Ganglien sehr ungleich ist, welche aber im Grossen und Ganzen, d. h. abgesehen von den erwähnten, später ausführlicher zu behandelnden Ungleichheiten, körperlich vorgestellt, zwei bindegewebige, parallel nebeneinander verlaufende Hohlcyylinder darstellen. Diese berühren einander in der Mitte nicht, sondern lassen zwischen sich einen medianen Raum frei, welcher zwar grossentheils gleichfalls mit Bindegewebe ausgefüllt ist, aber noch andere, später zu besprechende Elemente nervöser Natur enthält. Er ist natürlich auf der dorsalen und ventralen Seite breiter, als in der Mitte. Der dorsale Theil desselben ist hauptsächlich durch Bindegewebe, der Rest durch die drei Neuralcanäle ausgefüllt, so dass dadurch also ein dorsaler Bindegewebsstrang resultirt, in welchem die Neuralcanäle verlaufen. In einem mittleren Abschnitte des medianen Raumes liegt ein an gewissen Abschnitten deutlich gesonderter, bisher wenig beachteter dritter Hauptfaserstrang, um vieles schwächer als die beiden lateralen, den ich kurz als medianen

einem Wurm herrührte, der in toto in Alkohol gehärtet, darauf mit OsO_4 behandelt und dann in der gewöhnlichen Weise behandelt war. Es zeigte sich nämlich eine Duplicität der cuticularen Hülle. Von der, wie gewöhnlich innerhalb der Muskelschicht befindlichen cuticularen Lage gingen zeitweise kleine Bälkchen ab, welche sich ausserhalb der muskulösen Hülle zu einer zweiten cuticularen Lage vereinigten, so dass die Muskelfasern zu einigen grösseren Zügen vereinigt in den von den beiden cuticularen Schichten und den diese verbindenden Querbrücken eingescheldet lagen. Die auffallende Beobachtung, dass ich diese Duplicität nicht an allen Schnittserien des Unterschlundganglions wahrnahm, erkläre ich mir durch die Annahme kleiner Unterschiede der verschiedenen Arten des Genus *Lumbricus*.

Nerven bezeichne. Die ventrale Partie des medianen Raumes ist wiederum durch Bindegewebe ausgefüllt, welches aber an den verschiedenen Abschnitten der Ganglien verschieden stark entwickelt ist. Letzteres gilt auch von den lateralen Wandungen der Separathüllen. Es hat das seinen Grund darin, dass die ventralen und die lateralen Bindegewebsmassen das Stroma für die Ganglienzellen abgeben und je nach der Anzahl dieser mehr oder minder ausgebildet sind.

Die Structur des sechsnervigen Bauchmarks-Ganglions.

Die feinere Anatomie des Oberschlundganglions zeigt so viel Abweichendes, diejenige des Unterschlundganglions dagegen schliesst sich so eng an die der übrigen Bauchmarksganglien an, dass ich entgegen der natürlichen Reihenfolge mit der Beschreibung der letzteren beginne. Um die vielfach nicht ganz einfachen Verhältnisse klarzustellen, beschreibe ich zunächst eine Serie von Querschnitten, von einer Commissur an bis zur nächsten, und gebe dann eine Zusammenfassung der gewonnenen Resultate. Ich bemerke dabei ausdrücklich noch einmal, dass es nicht leicht gelingt, an Einer Schnittserie alles mit befriedigender Deutlichkeit zu sehen, und dass ich meiner Beschreibung mehrere Schnittserien zu Grunde lege. Welche Methode für jeden einzelnen der histologischen Bestandtheile hauptsächlich angewandt wurde, ist bereits oben angegeben. Betrachten wir zunächst einige

Querschnitte auf dem Niveau einer Commissur⁵⁾.

welche, wie angegeben, nicht hinter, sondern vor dem Abgange des einfachen Nerven zu suchen ist.

⁵⁾ Es schien mir ziemlich gleichgültig zu sein, ob man einen

Indem ich den ersten der zu beschreibenden Querschnitte etwas ausführlicher behandle, kann ich bei den folgenden häufig auf den ersten zurückverweisen.

Zu äusserst sehen wir die drei gemeinsamen Hüllen, sowie die Blutgefässe in der mittleren derselben. Namentlich an den lateralen Partien ist die Muskellage stark entwickelt. Ganglienzellen fehlen. Letzterer Punkt, sowie der etwas geringere Durchmesser des ganzen Schnittes unterscheidet ihn auf den ersten Blick von den folgenden. Auf dem Durchschnitte des dorsalen Bindegewebsstranges erblickt man die Neuralcanäle. Die bindegewebige Separatscheide der beiden Hauptfaserstränge ist schwächer entwickelt, als an den andern Schnitten, namentlich auf der lateralen und der ventralen Seite, im Zusammenhange mit dem Fehlen der sonst dort befindlichen Ganglienzellen.

Die bindegewebigen Elemente sind nach Osmiumsäurebehandlung dunkelbraun, an Osmium-S.-Holzessig-Präparaten schwärzlich, an Haematoxylin- und Carminpräparaten nach sorgfältigem Auswaschen der Farbstoffe ungefärbt. Pikrinsäure färbt das Bindegewebe gelblich, aber nicht so stark, wie die Muskeln. Die Kerne treten an Carminpräparaten deutlich, besonders frappant aber nach Haematoxylin-Färbung hervor. Sie lassen an letzteren die Vertheilung des Bindegewebes oft deutlich erkennen. —

In den beiden Separathüllen liegen nun die beiden Hauptfaserstränge, deren Querschnitt je nach der Behandlung der Präparate ein sehr verschiedenes Aussehen zeigt.

Osmiumsäure-Präparate, insbesondere Osmiumsäure-Holzessig-Präparate zeigen ein äusserst zierliches dunkles Netzwerk des bindegewebigen Stromas. In den ver-

der vorderen, mittleren oder hinteren Theile des Bauchstranges beobachtet, abgesehen allein von den alleräussersten Enden.

schieden grossen Maschen derselben erkennt man hier und da die Ueberreste der bei Osmiumsäure-Behandlung sehr schlecht conservirten Substanz der Nervenfasern⁶⁾ in Form kleiner, unregelmässiger, bald mehr dem Centrum, bald mehr der Peripherie der Masche genäherter, mehr oder weniger dunkel gefärbter Gerinnsel. (Ohne Vergleichung mit anders behandelten Präparaten können diese zu ganz falschen Vorstellungen führen. Aehnliches gilt, wie wir sehen werden, von den Neuralcanälen und ich vermüthe, dass Osmiumsäure-Bilder der der letzteren thatsächlich Irrthümer hervorgerufen haben.) Aehnliche Bilder liefern Alkohol-Präparate, nur dass hier das bindegewebige Stroma nicht schwarz gefärbt ist, und dass die nervöse Substanz zwar sehr geschrumpft, aber nicht so stark zerstört ist, wie bei Anwendung der Osmiumsäure. Auf gut gelungenen Sublimatpräparaten

⁶⁾ Ich gebrauche den Ausdruck „Nervenfaser“ synonym mit „Nervenröhre“ und verstehe unter beiden die langgestreckten, hell erscheinenden, zum Theil ziemlich dicken nervösen Elemente des Bauchstrangs. Als „Nervenfibrillen“ dagegen bezeichne ich unmessbar feine Fäserchen, wie sie sich namentlich im Gehirn vorfinden, dessen Hauptmasse sie bilden — ohne damit andeuten zu wollen, dass zwischen beiden ein principieller Unterschied bestände. — Ob wenigstens die Nervenröhren stärkeren Calibers aus „Primitivröhren“ zusammengesetzt sind, und ob sie (oder ev. die letzteren) eine fibrilläre Structur aufweisen oder nicht, lasse ich dahingestellt, um so mehr ich, wie oben bemerkt, die Entscheidung dieser äusserst schwierigen Frage nicht erstrebte. Ich will nur bemerken, dass ich weder von einer Zusammensetzung aus „Primitivröhren“ noch von einer fibrillären Structur derselben das geringste gesehen habe. Nur der dunkle Mittelpunkt (siehe unten) vieler Nervenfaserschnitte, namentlich der zu den drei Hauptbündeln geordneten, hat mich auf den Gedanken gebracht, ob nicht die centrale und die periphere Partie jeder Nervenröhre ein praeformirt verschiedenes Verhalten besitzt — namentlich deshalb, weil gerade an Präparaten, die ich aus anderen Gründen für besonders gut conservirt halte, die angegebene Erscheinung, der dunkle Mittelpunkt des Nervenfaserschnitts am deutlichsten ist.

lässt sich dagegen weit mehr sehen. Die einzelnen Nervenfasern erscheinen auf dem Querschnitte als helle Kreise von verschiedenem Durchmesser, welche gegeneinander durch ein etwas weniger hell erscheinendes Netzwerk — wiederum das bindegewebige Stroma — abgegrenzt sind. In dem Centrum der meisten Querschnitte erkennt man sehr deutlich einen dunkleren Mittelpunkt, von dem ich nicht zu behaupten wage, dass er bestimmt kein Kunstproduct sei.

Beachtenswerth ist ferner das Vorhandensein von besonderen, deutlich abgegrenzten Hauptfaserzügen. Diese treten dadurch hervor, dass hier Nervenröhren etwas grösseren Calibers dicht gedrängt neben einander verlaufen. Ein solches Nervenröhrenbündel erkennt man auf der dorsalen Partie eines jeden der beiden lateralen Hauptstränge; ein zweites auf der lateralen Seite; ein drittes endlich auf der ventralen. Letzteres ist das stärkste von allen und häufig in mehrere kleinere Bündel zerfallen; ausserdem sieht man in demselben eine besonders dicke Nervenröhre, welche an Durchmesser nicht viel hinter den beiden lateralen Neuralcanälen zurücksteht. Sie fällt nur wegen der weit schwächeren Bindegewebshülle weniger in die Augen. Ausser diesen drei Hauptzügen stärkerer Nervenfasern beiderseits sieht man noch hier und da einzelne, die sich von der grossen Mehrzahl gleichfalls durch ihren grösseren Durchmesser auszeichnen. Die grosse Mehrzahl der Fasern lässt dagegen keine Sonderung in einzelne Gruppen zu; sie zeigen einen verschiedenen Durchmesser; die kleinsten sind so klein, dass man sie an dünnsten Schnitten nur mit den stärksten Vergrösserungen (Zeiss $\frac{1}{18}$) deutlich wahrnimmt. Ihre Querschnitte erscheinen aber sämmtlich als helle, wenn auch z. Th. äusserst kleine Kreise, meist mit dem erwähnten dunkleren Mittelpunkt.

Wie wir später sehen werden, weicht also die feinere Structur der sogenannten „Leydig'schen Punktsubstanz“ des Bauchmarks ganz erheblich von der des Gehirns ab. Die Hauptmasse dieser besteht nämlich nicht, wie ich vorgreifend bemerke, aus deutlich von einander abgegrenzten Nervenröhren von verschiedenem Durchmesser, sondern vielmehr aus einem Gewirr äusserst feiner Fibrillen. Ich musste dies zum Zwecke besseren Verständnisses schon hier erwähnen, da eine kleine Stelle des Bauchmarkquerschnitts ein ähnliches Verhalten zeigt, nämlich ein kleiner Bezirk der nächsten Umgebung des ventralen Hauptfaserbündels.

Hier erkennt man auch bei Anwendung der stärksten Vergrösserungen keine kreisförmigen Querschnitte von Nervenfasern, sondern eine Masse äusserst feiner Pünktchen, welche ich für die Querschnitte feinsten, zu einem Längszuge angeordneter Fibrillen halte, ähnlich den der Hauptmasse nach allerdings nicht zu erkennbaren Zügen geordneten, im Gehirn befindlichen Fibrillen. Diese Ansicht, dass sich demnach auf der ventralen Seite der nervösen Centralmasse des Bauchstrangs thatsächlich eigenartige, von den übrigen abweichende Elemente vorfinden, wird dadurch noch unterstützt, dass an gut gelungenen Osmiumsäure-Präparaten mitunter die bezeichnete Stelle deutlich und erheblich dunkler gefärbt ist, als die gesammte Umgebung. Dass es sich aber um feine Nervenfibrillen handelt, dafür spricht der Umstand, dass ich auf Querschnitten auf dem Niveau eines Nervenabganges, besonders des Unterschlundganglions, beobachtete, wie von der fraglichen Stelle ein dunkler, sehr fein gestrichelter Streifen sich in den Seitennerven begiebt. Auch zeigt sich hier und da an Sublimat-Haematoxylin-Präparaten, dass die angegebene Stelle etwas mehr von dem Farbstoff zurückhält,

als die Nervenfasern⁷⁾. — In dem mittleren Theile des zwischen den beiden bindegewebigen Separatscheiden liegenden medianen Raumes erblickt man den Querschnitt eines dritten, unpaaren Hauptstrangs, der um vieles schwächer ist, als die beiden lateralen, und den ich kurz als „medianen Nerven“ bezeichne: er zeigt dieselbe Structur, wie die beiden letzteren. Die denselben rechts und links von den beiden lateralen Hauptsträngen abgrenzenden Bindegewebslamellen (d. h. die medianen Partien der bindegewebigen Separathüllen der beiden lateralen Hauptstränge) treten sowohl nach Osmiumsäure-Behandlung durch ihre dunkle Färbung, als auch an gut gefärbten Präparaten durch ihren Reichtum an Bindegewebs-Kernen deutlich hervor. — Das Verhalten der nervösen Centralsubstanz, die Anordnung stärkerer Nervenfasern zu gesonderten Bündeln zeigt sich auf den nunmehr zu behandelnden Schnitten in gleicher Weise und braucht daher später nicht mehr erwähnt zu werden, mit Ausnahme des medianen Nerven, der complicirtere Verhältnisse eingeht. — Die Zahl der aufeinander folgenden Schnitte, welche dem so eben etwas ausführlicher beschriebenen Typus gemäss gar keine Ganglienzellen aufweisen, ist gering, d. h. die Commissuren sind kurz; schon die nächstfolgenden Schnitte liefern den Durchschnitt durch die Wurzel des einfachen Nerven.

Schnitt durch das Ganglion auf dem Niveau der Wurzel des einfachen Nerven.

Dieser Schnitt hat einen schon etwas grössern Durchmesser als der vorige. Ausserdem ist die ventrale

⁷⁾ Diese mit OsO_4 dunkel gefärbte, fein fibrilläre Substanz auf der ventralen Partie erreicht auch wieder in den hintersten Segmenten bedeutendere Mächtigkeit und tritt dort auf Querschnitten in eigenartiger Anordnung hervor.

Partie der bindegewebigen Separat-Scheide stärker entwickelt, im Zusammenhange mit dem Auftreten von Ganglienzellen. Bevor ich auf diese eingehe, will ich bemerken, dass ich die ventralliegenden Ganglienzellen als erste Gruppe oder gr. I, die lateralen als gr. II bezeichne. An gewissen später zu besprechenden Abschnitten des Ganglions kann man, namentlich nach dem Verhalten der Fortsätze, beide Gruppen in je 2 Untergruppen zerlegen: gr. I zerfällt dort in einen innern Theil gr. 1 und einen äussern gr. 2; gr. II dagegen in einen unteren gr. 3 und einen oberen gr. 4, so dass $\text{gr. I} = \text{gr. 1} + \text{gr. 2}$ und $\text{gr. II} = \text{gr. 3} + \text{gr. 4}$ ist. Ich wähle diese Bezeichnung, weil ich glaube, dass die mit arabischen Zahlen bezeichneten Gruppen den entsprechenden Gruppen Kükenthals bei *Travisia* gleichwerthig sind. Ich vereinige aber abweichend von Kükenthal je 2 Gruppen untereinander zu einer grössern, weil die Sonderung in Untergruppen bei *Lumbricus* nur stellenweise evident ist. Ausser diesen 2 bzw. 4 Gruppen von meist unipolaren, selten bipolaren Zellen giebt es noch eine beschränkte Anzahl von ganz besonderen Ganglienzellen, die uns zum Theil jetzt, zum Theil später des Nähern beschäftigen werden.

Gerade nämlich auf dem Niveau der Wurzel des einfachen Nerven (oder auch schon kurz vorher) finden sich 2 unmittelbar hintereinander liegende Zellen, die sich sowohl durch ihre Gestalt und Lage als auch durch ihre chemische Beschaffenheit als Ganglienzellen besonderer Art erweisen. Ihre constante Lage in der Medianlinie spricht dafür, dass sie mit den von Hermann bei *Hirudo* entdeckten, von diesem als **mediane Zellen** bezeichneten Gebilden zu vergleichen sind. Auch Kükenthal hat solche bei *Travisia* gefunden. Diese Zellen (mz) zeichnen sich ausser ihrer medianen Lage durch ihre multipolare Gestalt aus. Man kann meist deut-

lich einen dorsalwärts aufsteigenden, und 2 laterale Fortsätze erkennen. Den weiteren Verlauf derselben mit Sicherheit zu ermitteln, ist mir leider nicht gelungen. Doch glaube ich, dass der dorsale Fortsatz in den dort befindlichen, auf dem jetzt behandelten Schnitt, wie auf dem vorigen sehr deutlich abgegrenzten medianen Nerven geht. Die beiden lateralen Fortsätze treten vermuthlich in die Nervenwurzeln ein. Die zweite mediane Zelle folgt so unmittelbar auf die erste, dass man auf Querschnittsserien ihre Duplicität meist nur an dem Vorhandensein zweier Kerne erkennt. Besonders merkwürdig erschien mir ausser der constanten Lage und Form dieser Zellen der Umstand, dass sie sich mitunter mit Carmin um ein geringes, aber doch deutlich stärker färben, als die andern Ganglienzellen. Bei weitem am deutlichsten wird diese auf eine abweichende chemische Beschaffenheit (und damit auch auf eine eigenartige Function) hinweisende besondre Färbbarkeit an Osmiumsäure-Holzessig-Präparaten wahrgenommen, auf welchen auch die Gestalt dieser Zellen am besten conservirt ist. An Alkoholpräparaten lässt sich oft die multipolare Gestalt kaum mehr erkennen. Während die übrigen Ganglienzellen erst hellgrau gefärbt sind, sind die medianen Zellen bereits fast schwarz geworden, wie auch ihre Fortsätze, wenigstens am proximalen Ende, so dass ganz überraschende Bilder entstehen⁸⁾. Links und rechts an

⁸⁾ Um sich von der blossen Existenz der medianen Zellen zu überzeugen, genügt es, ein Stückchen Bauchmark mit Methylenblau in wässriger Lösung zu färben, mit Alkohol zu behandeln und in Nelkenöl oder dergl. in toto bei schwacher Vergrösserung zu betrachten. Die medianen Zellen fallen dann durch ihre Grösse und etwas intensivere Färbung auf; ihre Gestalt u. s. w. genauer zu bestimmen, gelingt dabei freilich nicht. Auf Schnittserien sind die medianen Zellen meist die ersten Ganglienzellen überhaupt, die nach den Ganglienzellosen Commissurquerschnitten sich zeigen.

die medianen Zellen schliessen sich birnförmige, unipolare Zellen von gr. I an, welche ihre Fortsätze zunächst dorsalwärts senden. In dem dorsalen Theile der Hauptfaserstränge angelangt, biegen diese dann in der Weise um, dass eine dorsale, zwischen medianen Nerven und Neuralcanälen gelegene Querbrücke (dbr.) zu Stande kommt, also eine Faserkreuzung, indem die Fortsätze der linken Gruppe sich nach rechts, die der rechten nach links wenden, und so in die Nervenwurzel der gegenüberliegenden Seite wenigstens zum Theil eingehen — ob ganz, konnte ich nicht entscheiden. (Diese Querbrücke ist mitunter erst auf etwas späteren Strecken zu sehen; so findet sie sich z. B. auf dem gezeichneten Schnitte noch nicht.)

Diese, sowie die später zu beschreibenden, auf dem Niveau des Abgangs der Doppelnerven liegenden Faserquerbrücken werden von Bindegewebszügen begleitet, und es ist oft schwer, auf Querschnitten sich zu überzeugen, dass ausser den Bindegewebs-Elementen auch wirklich Nervenfasern diese Querbrücke zusammensetzen. Wenn man aber mediane Sagittalschnitte von Osmiumsäurepräparaten anfertigt, erhält man die charakteristischen Querschnitte von Nervenfasern in vollständig überzeugender Deutlichkeit und sieht zugleich, dass immer mehrere dicht bei einander liegende Fasern die Querschnitte herstellen. Die Frage, ob an der Bildung dieser und der andern Faserbrücken noch andere Nerven-Elemente als die Fortsätze der erwähnten Ganglienzellen desselben Ganglions sich betheiligen, kann ich nicht entscheiden. — Die Hauptmasse der in den einfachen Nerven eintretenden Fasern entstammt dagegen den beiden Hauptfaserlängen der entsprechenden Seite. — Die nunmehr folgenden

Schnitte zwischen dem einfachen und dem Doppelnerven

zeichnen sich durch das allmähliche Grösserwerden des Durchmessers und die Zunahme der Zahl der Ganglienzellen aus; zu der Gruppe gr. I kommen lateral liegende Zellen, gr. II hinzu; ihre Fortsätze verlieren sich theilweise in dem Hauptstrange derselben Seite, zum Theil aber gehen sie vermittelt der Nerven-Querbrücke in den gegenüberliegenden Hauptstrang. Später verschwinden die Querbrücken ganz. Zugleich werden die medianen Bindegewebszüge, die Grenzen der lateralen Hauptstränge und des medianen Nerven undeutlich, um hier und da ganz zu verschwinden, so dass dort der mediane Nerv sowie die lateralen Hauptstränge nicht mehr gesondert sind, sondern einen einzigen Strang darstellen. Bald treten wieder die Faserkreuzungen hervor, und wir gelangen so zu den

Schnitten auf dem Niveau der Wurzel des Doppelnerven.

Hier finden sich wiederum „mediane Zellen“ die aber kein so einfaches Verhalten zeigen, wie die oben beschriebenen. Sie liegen nämlich nicht sowohl etwas hintereinander, sondern vielmehr nebeneinander, und durch Vergleichung mehrerer entsprechender Präparate halte ich folgende Anordnung für die typische. In der Mitte, genau median, liegt eine Zelle von gleicher Grösse und Gestalt wie die zuerst beschriebenen; zu beiden Seiten liegt je eine kleinere, zusammen also 3, durch gleiche Färbbarkeit, wie die oben erwähnten, ausgezeichnet. — Im übrigen sind die Verhältnisse so verwickelt, dass ich hier 3 Querschnitte einzeln behandeln will, nämlich a) einen Schnitt auf dem Niveau der ersten Wurzel; b) einen Schnitt, der zwischen beiden Wurzeln hindurchgeht; c) einen Schnitt durch die zweite Wurzel.

a) Schnitt durch die erste Wurzel des Doppelnerven.

Dieser Schnitt zeigt noch das einfachste Verhalten. Es sind gr. I u. gr. II vertreten. Erstere Ganglienzellen senden ihre Fortsätze wenigstens zum Theil in die Nervenwurzel derselben Seite. gr. II ist namentlich durch gr. 4 vertreten, aber die Fortsätze dieser Gruppe kommen meist erst auf den nächsten Schnitten zum Vorschein. Der mediane Nerv ist oft noch ziemlich deutlich gesondert, doch finden sich mitunter stärkere, unregelmässig schief verlaufende Bindegewebszüge, die ihn in mehrere Bündel spalten, ohne dass ich im einzelnen ein typisches Verhalten ausfindig machen konnte. Die in die Nervenwurzel eintretenden Fasern entstammen, wie es scheint, sämmtlich dem Hauptstrange derselben Seite, und zwar mehr den mittleren und ventralen Partien derselben⁹⁾. Endlich muss ich noch einige kleine multipolare Ganglienzellen erwähnen, welche sich dorsal und ventral von der Nervenwurzel, ganz an den lateralen Enden des Schnitts vorfinden und in Bezug auf Färbbarkeit sich an die medianen Zellen anschliessen.

Ich komme nunmehr zu

b) Schnitten zwischen den 2 Wurzeln des Doppelnerven.

Sie zeigen von allen das complicirteste Verhalten. Was zunächst die Ganglienzellen betrifft, so sind alle Gruppen entwickelt und deutlich von einander gesondert. Gr. 1 ist durch mehrere multipolare, wie mir scheint, bipolare Zellen von beträchtlicher Grösse vertreten; auch Gr. 2, die äussere ventrale Gruppe, enthält hier und da eine kleinere deutlich bipolare Zelle. Gr. 3 ist schwächer entwickelt. Gr. 4 endlich ist in der Regel auf einem jeden Schnitt durch 3 unmittelbar übereinanderliegende

⁹⁾ Mit grosser Wahrscheinlichkeit konnte ich feststellen, dass in die 1 Wurzel des Doppelnerven Fortsätze von gr. I derselben Seite eingehen.

Zellen vertreten. Ausserdem finden sich wiederum in den lateralen Bindegewebsmassen (welche hier die beiden Wurzeln des Doppelnerven von einander trennen), die schon auf dem vorigen Schnitte erwähnten, kleinen multipolaren Ganglienzellen vom Typus der medianen Zellen. Vor allem charakterisirt ist dieser Schnitt aber durch das Vorhandensein zweier Nervenquerbrücken, einer stärkeren dorsalen (dbr.), und einer viel schwächeren ventralen (vbr.), welche mit den sie begleitenden Bindegewebszügen den medianen Nerven in drei übereinanderliegende Aeste (mn_1 , mn_2 , mn_3) spalten. An der Bildung dieser Nervenquerbrücken nehmen Theil die Fortsätze sowohl von gr. I, als auch von gr. II; ob auch andere Fasern in diese Querbrücken eingehen, kann ich ebenso wenig entscheiden, wie es mir möglich war, den Verlauf jedes einzelnen Ganglienzellfortsatzes gesondert mit Sicherheit zu verfolgen. Da aber eine blossе Verbindung von rechts und links gelegenen Ganglienzellgruppen durch einen Faserzug ohne periphere Endigungen nicht verständlich erschiene, so glaube ich es als sehr wahrscheinlich hinstellen zu dürfen, dass die Nervenbrücken aus den dicht über- und nebeneinander verlaufenden Fortsätzen der beiderseitigen Ganglienzellgruppen bestehen, in der Weise, dass sich die Fortsätze der linken Gruppe nach rechts, die der rechten nach links wenden. Während ich den peripheren Verlauf der die ventrale Brücke bildenden Fasern nicht verfolgen konnte und daher zu der Annahme neige, dass diese Fasern nach ihrer Kreuzung umbiegen und longitudinal verlaufen, gelang es mir auf den nun folgenden

c) **Schnitten durch die zweite Wurzel des Doppelnerven** eine Verbindung der dorsalen Querbrücke mit den Nervenwurzeln wahrzunehmen. — Da ferner unten die Fasern

der beiden Nervenquerbrücken, so weit sie von gr. I herrühren, zu einem gemeinsamen Bündel anfangs vereinigt sind, und die Verfolgung eines einzelnen Ganglienzellfortsatzes kaum gelingt, so kann ich nicht angeben, von den Fortsätzen welcher Ganglienzellen von gr. I die ventrale Brücke eigentlich gebildet wird. Doch glaube ich nach Beobachtung zahlreicher Präparate, dass es die inneren Zellen der ventralen Gruppe (gr. 1) sind, deren Fortsätze vornehmlich in diese Querbrücke eingehen, vielleicht ausserdem von gr. 3; die dorsale Brücke wäre dann ein Product der Fortsätze von gr. 2 und sicherlich von gr. 4.

Die Feststellung dieser Verhältnisse ist aus vielen Gründen nichts weniger als einfach. Im Uebrigen zeigt nun speciell der Schnitt durch die zweite Wurzel des Doppelnerven folgende Eigenthümlichkeiten. Hier finden sich die medianen Zellen. Die Nervenwurzel bezieht ihre Fasern hauptsächlich aus den dorsalen Partien (im Gegensatz zur ersten Wurzel des Doppelnerven) des Hauptstrangs derselben Seite; sie empfängt aber, wie schon angegeben, auch Fasern aus der dorsalen Querbrücke. Die ventrale Querbrücke ist auf diesem Niveau meist schon wieder verschwunden. Der mediane Nerv ist nicht mehr deutlich abgegrenzt, indem die trennenden Bindegewebslamellen unvollständig sind (oft einseitig) oder fehlen. Ausserdem habe ich gerade auf dem Niveau dieses Schnittes durch die zweite Wurzel des Doppelnerven später genauer zu besprechende Oeffnungen des medianen Neuralcanals an mehreren Präparaten mit Sicherheit constatiren können. Sie finden sich median auf der Ventralseite des Canals und deuten auf eine Verbindung des Canalinhalts mit der dorsalen Faserbrücke hin. — Die nun folgenden

Schnitte zwischen dem Doppelnerven und der darauf folgenden (nächsten) Commissur

werden immer kleiner; die Ganglienzellen verhalten sich wie auf der Strecke zwischen einfachen und doppelten Nerven; die Faserkreuzungen verschwinden, und durch die allmähliche Abnahme der Zahl der Ganglienzellen, sowie durch die wiederum deutliche Sonderung des medianen Nerven ist endlich das zuerst beschriebene Bild erreicht; wir haben die auf die zuerst beobachtete folgende Commissur erreicht.

Es wird, glaube ich, zur Uebersicht und Verständlichkeit beitragen, wenn ich die gewonnenen Resultate kurz zusammenfasse mit besonderer Berücksichtigung der von früheren abweichenden. Die Nervenfasern im Bauchstrang sind zunächst, abgesehen vom medianen Nerven, zu 2 lateralen Hauptsträngen geordnet. Sie bestehen aus Nervenfasern verschiedener Dicke. Man erkennt in jedem der Hauptstränge ein dorsales, ein laterales und ein ventrales Bündel dicht nebeneinander liegender, etwas dickerer Fasern. Die ventrale Gruppe enthält eine besonders dicke Nervenröhre. In der Umgebung der letzteren befindet sich eine differente Gewebspartie, wahrscheinlich ein Bündel feinsten Fibrillen, ähnlich denen des Gehirns. Zwischen den beiden lateralen Hauptsträngen verläuft ein bedeutend schwächerer, unpaarer, medianer Strang, der bisher merkwürdiger Weise ganz übersehen, oder nicht als das, wofür ich ihn halte, nämlich als Homologon des medianen Nerven der Hirudineen sowohl als der Anthropoden aufgefasst zu sein scheint. Leydig suchte ihn vergebens und war über das vermeintliche Fehlen desselben beim Regenwurm so überrascht, dass er die Ansicht aussprach, die drei riesigen Röhrenfasern möchten vielleicht den medianen Nerven des Regenwurms darstellen. Vignal musste den me-

dianen Nerven sehen, da er mit Osmiumsäure arbeitete; er hat ihn auch thatsächlich gesehen und sein Zeichner hat ihn ganz richtig abgebildet. Im Text liest man aber nur von „une ou deux autres plus petites colonnes de fibres nerveuses, qui occupent toujours le centre de la cloison“, ohne dass die Vermuthung ausgesprochen wäre, dass dieses Faserbündel der längst gesuchte mediane Nerv von *Lumbricus* ist. Ich verweise übrigens auf die Schrift Kükenthals (p. 16). Dieser hat den medianen Nerven bei *Travisia* gefunden; Pruvot bei *Hyalinoecia tubicola* (Eunicide). Diese Forscher stimmen darin unter sich sowohl als mit mir überein, dass der mediane Nerv an Querschnitten der Commissuren am besten begrenzt ist und im Ganglion stellenweise wenigstens seine selbstständige Existenz verliert. Das Vorhandensein eines medianen Nerven bei Anneliden und speciell bei *Lumbricus* ist aber wohl sicherlich von hohem Interesse sowohl im Hinblick auf die Hirudineen, als auf die Arthropoden. Der mediane Nerv von *Lumbricus* ist bereits auf Querschnitten der ersten, d. h. der auf das Unterschlundganglion folgenden Commissur in vollständiger Ausbildung zu sehen. — Die drei Nervenwurzeln erhalten vornehmlich, die erste Wurzel des Doppelnerven sogar, wie es scheint, ausschliesslich, ihre Fasern aus den lateralen Hauptsträngen derselben Seite. Der einfache Nerv dagegen, sowie die zweite Wurzel des Doppelnerven beziehen einen Theil ihrer Fasern aus Faserquerbrücken. Die erste Wurzel des Doppelnerven entsteht vorwiegend aus Fasern der ventralen Partien der Hauptstränge, die zweite ist mehr dorsalen Ursprungs. Das Vorhandensein von Faserkreuzungen (meinen Nervenquerbrücken dbr. u. vbr.) ist vielfach vermuthet und vielfach bezweifelt worden. Die Autoren drücken sich betreffs dieses Punktes meist sehr zurückhaltend aus. — In jedem Ganglion finde ich

eine beschränkte Anzahl grösserer multipolarer Ganglienzellen von constanter Lage und besonderer chemischer Beschaffenheit, höchst wahrscheinlich vergleichbar den medianen Zellen von *Hirudo* (Hermann) und *Travisia* (Kükenthal). Die Eintheilung der übrigen Ganglienzellen — abgesehen von den kleinen multipolaren in der Umgebung der Wurzeln des Doppelnerven, — welche vorwiegend birnförmige Gestalt und meist nur einen Fortsatz besitzen, in je eine ventrale Gruppe gr. I und eine laterale gr. II ist augenscheinlich berechtigt. Die Sonderung in Untergruppen gr. 1, gr. 2, gr. 3, gr. 4 dagegen ist nur stellenweise deutlich und gründet sich hauptsächlich auf den Verlauf der Fortsätze.

Die Neuralcanäle.

Ueber diese drei schon mehrfach erwähnten im dorsalen Bindegewebsstrange des Bauchmarks gelegenen Gebilde sind sowohl in Bezug auf ihre Structur, als auch auf ihren Verlauf, besonders aber ihre muthmassliche Function so verschiedene Ansichten aufgestellt worden, dass ich diese erst kurz erwähnen will. Dabei kommen nicht nur frühere Untersuchungen über den Regenwurm in Betracht, sondern auch eine Anzahl von Arbeiten über verschiedene andere Würmer.

Leydig ist der erste gewesen, der diese Organe bei *Lumbricus* einer genauen Untersuchung unterworfen hat. Er bezeichnet dieselben als „riesige dunkelrandige Nervenfasern“ und glaubt, dass die mittlere Substanz dem Axencylinder, die Rindenschicht aber der Markscheide der Vertebraten-Nervenfaser entspreche. An dem „Axencylinder“ glaubt er ein feinstreifiges Aussehen als Andeutung einer Zusammensetzung aus fibrillärer Substanz wahrzunehmen. Er sah ferner bei

L. agricola eine gabelige Theilung der medianen Faser, sowie ein Eindringen der Gabeläste in die jederseitige Schlundcommissur, letzteres wenigstens mit einiger Wahrscheinlichkeit. Die lateralen Fasern dagegen vermochte er nicht weiter zu verfolgen, fand aber zwischen ihnen eine Quercommissur.

Claparède hatte schon vor Leydig bei einigen andern Oligochaeten dieselben Gebilde gesehen, sich aber über ihre dorsale Lage getäuscht und dieselben in die Axe des Bauchstrangs verlegt. Hierin lässt er sich von Leydig berichtigen, weicht aber sonst von ihm in mehreren Punkten ab. Er möchte die Neuralcanäle vor allem nicht unbedingt für dunkelrandige Nervenfasern erklären. Er (wie auch seine sämtlichen Nachfolger) findet weder die von *L.* angegebene Gabelung der medianen Faser noch eine Fortsetzung in die Schlundcommissuren, sondern sieht alle 3, und zwar die lateralen früher, als die mediane, im Unterschlundganglion zugespitzt aufhören. Die Quercommissur Leydig's zwischen den ersteren konnte er nicht entdecken, ohne jedoch die Möglichkeit der Existenz einer solchen zu bestreiten. Da dieser Verlauf der drei Röhren für die Auffassung derselben als nervöse Gebilde nicht günstig ist, während die physicalische Beschaffenheit mehr dafür spricht, will er Leydig zwar nicht mit Bestimmtheit widersprechen, hält die Natur derselben aber ganz mit Recht für fraglich. Bemerkenswerth ist noch, dass Claparède die „Markscheide“ nicht mit derjenigen ächter Nervenfasern übereinzustimmen scheint, wegen der auf Querschnitten mitunter sichtbaren Schichtungsstreifen, die auf eine Mehrheit der Hüllen hinweisen. Er hält diese für durchwegs kernlos und schätzt ihre Zahl auf 12—15.

In neuerer Zeit hat namentlich Vignal die Neuralcanäle des Regenwurms behandelt. Sie beginnen nach ihm wie nach Claparède im Unterschlundganglion, sind

anfangs dünn, nehmen während ihres Verlaufes schnell und bedeutend an Durchmesser zu und verschwinden in den letzten Ganglien, „sans qu'il soit possible d'établir avec précision dans lesquelles“. Die Endigung geschieht „par une pointe fine“. Die mit Osmiumsäure sich dunkel färbende Hülle besteht nach ihm aus einer „matière grasse“, welche jedoch vom Myelin der Nerven der Wirbelthiere verschieden ist. Der Inhalt ist eine homogene Masse. Bei Durchmusterung einer grossen Anzahl von Querschnitten sah er hin und wieder „un fin tube, venant des colonnes (d. h. die beiden Hauptnervenstränge) déboucher dans l'un ou dans l'autre tube géant (Neuralcanal)“. In Bezug auf ihre Function spricht er nur die Ansicht aus, dass sie wohl dazu dienen möchten, die Solidarität der verschiedenen Theile und namentlich der beiden Hälften des Bauchstrangs zu sichern, um so mehr, als er die von Clarke u. A. angeführten Faserbrücken verwirft.

Alle diese Autoren stimmen darin überein, dass sie die fraglichen Gebilde mit grösserer oder geringerer Bestimmtheit für riesige Nervenfasern halten. Dem gegenüber wurde in neuster Zeit die Ansicht aufgestellt, dass es sich hier vielleicht um ein Organ handle, welches dem Centralnervensystem als feste Stütze dienend mit der Chorda dorsalis (man denke sich das Thier auf die Dorsal-Seite gelegt) zum mindesten als Analogon zu vergleichen wäre. Hierin thut sich besonders Vejdowsky hervor, auf den ich noch einmal zu sprechen komme.

Anderseits waren 2 Forscher bemüht, die nervöse Natur der Neuralcanäle durch den Nachweis eines Zusammenhanges mit Ganglienzellen zu erhärten, womit die ganze Angelegenheit in ein wesentlich neues Stadium getreten ist.

Spengel war der erste, welcher bei einer Anzahl von Polychaeten fand, dass die Neuralcanäle die mit

besonderen Scheiden versehenen Fortsätze ventral liegender, colossaler Ganglienzellen seien. Im Einzelnen verweise ich auf Spengel's „*Oligognathus Bonelliae*“. *Oligochaeten* (*Lumbricus*) untersuchte er mit negativem Erfolge.

Der zweite Forscher, der die Neuralcanäle einiger *Polychaeten* in organischer Verbindung mit „colossalen“ Ganglienzellen sah, ist Rohde; und zwar ist nach ihm jeder Neuralcanal der Fortsatz je einer, bald vorn, bald hinten, bald in dem mittleren Theile des Bauchstrangs gelegenen Ganglienzelle von aussergewöhnlicher Grösse und bei den einzelnen Arten constanter Lage. Ihre Fortsätze haben im Anfange durchaus noch nicht den bedeutenden Durchmesser und das sonstige Aussehen der Neuralcanäle, sondern gewinnen beides erst in ihrem Verlaufe, und zwar dadurch, dass die bindegewebige Scheide, welche anfangs dem Zellfortsatz unmittelbar anlag, sich später abhebt und erweitert, um zwischen sich und dem Axencylinder einen flüssigkeitserfüllten Hohlraum frei zu lassen. In diesem verläuft also der Axencylinder gleichsam flottirend, unter manchen Lageveränderungen. Sein Querschnitt ist zackig und giebt zahlreiche feine Fasern nach der Peripherie zu ab, welche die peripheren Bahnen darstellen. Wie wir sehen werden, verhält sich die Sache wenigstens bei *Lumbricus* anders, während ich die von Rohde ausgesprochene Vermuthung, die betreffenden Ganglienzellen würden sich beim Regenwurm voraussichtlich nicht vorn, wo man sie wahrscheinlich bisher vornehmlich gesucht hat und zwar vergebens, sondern vielmehr hinten befinden, wenigstens zum Theil bestätigen kann.

Auf der andern Seite hält aber der schon erwähnte Vejdowsky in seiner grossen Arbeit: „System und Morphologie der *Oligochaeten*“ an der chordaartigen Natur der *Oligochaeten* - Neuralcanäle fest: die Spengelschen

Angaben bezweifelt er durchaus; die erwähnte Schrift Rohde's ist erst später erschienen. Interessant in hohem Grade war mir aber die Angabe Vejdowsky's, dass die Ausbildung des Hautmuskelschlauchs mit derjenigen der Neuralcanäle in umgekehrter Correlation steht: Je stärker diese, um so schwächer jene und umgekehrt (bei verschiedenen Arten). Ich komme darauf unten zurück.

In neuester Zeit endlich tritt Leydig wiederum für die nervöse Natur ein; ebenso Nansen, beide aber aus andern Gründen, ohne einen Zusammenhang mit Ganglienzellen nachzuweisen; welch letzterer allein geeignet ist, die Streitfrage endgültig zu entscheiden. In Bezug auf Nansen ist noch zu erwähnen, dass er eine Zusammensetzung der Neuralcanäle aus Primitivröhren erblickt. Er erklärt aber selbst deren Beobachtung für äusserst schwierig. Die Hüllen der Canäle hält dieser Forscher für bindegewebiger Natur. Endlich muss ich hier noch der grossen Monographie der Capitelliden Eisig's Erwähnung thun, welche ich erst erhielt, nachdem vorliegende Arbeit im Ganzen abgeschlossen war.

Zu meinen eigenen Untersuchungen übergehend, will ich besonders hervorheben, dass gerade hier die verschiedenen Reagentien ganz erstaunlich verschiedene Bilder geben und dass daher bei Anwendung nur einer der gebräuchlichen Härtingsflüssigkeiten Täuschungen durch Kunstproducte in dieser oder jener Hinsicht fast unvermeidlich erscheinen. Im übrigen setze ich zunächst einen beliebigen Theil des Organs voraus, jedoch mit Ausschluss des vordern und hintern Endes. Zunächst betrachten wir

Die Hüllen der Neuralcanäle.

Bei Anwendung der von Vignal empfohlenen Methode einer 24 stündigen Einlegung in 1 % Osmiumsäure

erhält man folgende Bilder. Die Hülle der Neuralcanäle stellt sich als ein nach Innen und nach Aussen, einerseits von den Inhaltsgebilden, anderseits vom dorsalen Bindegewebsstrang scharf abhebender, dunkelbraun (oder bei nachträglicher Einwirkung von Holzeßig tiefblauschwarz) gefärbter, ziemlich breiter Ring dar, an welchem in der Regel nichts weiteres zu erkennen ist.

Nur hier und da, namentlich im Unterschlundganglion, erblickt man die schon früher beschriebenen Schichtungen. Da nun gerade fettartige Substanzen sich mit Osmiumsäure schwarz färben, so lag allerdings die Vermuthung nahe, dass man es hier mit einer „matière grasse“ zu thun habe, um so mehr, als hierdurch eine Aehnlichkeit mit den markhaltigen Fasern der Wirbelthiere sich ergeben würde. Ganz anders stellt sich die Sache aber an Alkohol- und an Sublimatpräparaten dar. Wie ich glaube durch die eintretende Schrumpfung des Inhalts findet nämlich ein Auseinanderblättern der Hüllen statt. Man erkennt ein maschiges Gefüge feiner Fasern in mehr oder weniger ausgesprochener concentrischer Anordnung. Diese sitzen hier und da an dem geschrumpften Inhaltsgebilde an, nach aussen aber gehen sie in das Gewebe des dorsalen Bindegewebsstrangs ohne scharfe Grenze über. Kerne sind zwar selten, bei Durchmusterung einer grösseren Anzahl von Schnitten, namentlich gut gefärbter, gelingt es jedoch unschwer, selbst in unmittelbarer Nähe des Inhalts Kerne aufzufinden, die sich in nichts von den gewöhnlichen Bindegewebskernen unterscheiden. Sublimatpräparate unterscheiden sich nur dadurch von Alkoholgehärteten Stücken, dass bei jenen wegen der geringeren und gleichmässigeren Schrumpfung die Abblätterung der Hüllen nicht selten ein sehr zierliches Bild entstehen lässt, indem sich in ziemlich gleichen Abständen regelmässige Faserbogen an den geschrumpften In-

halt ansetzen. Nach alledem bin ich überzeugt, dass hier von einer fettartigen Substanz, welche mit dem Myelin auch nur die entfernteste Aehnlichkeit besässe, gar keine Rede sein kann. Die allerdings sehr in die Augen fallende Schwarzfärbung mit Os O_4 , welche man gegen meine Ansicht — die auch Nansen zu theilen scheint — ins Feld führen könnte, erkläre ich mir in folgender Weise. Es ist schon öfter erwähnt worden, dass die Bindegewebsfasern im Bauchmark sich durch Os O_4 sehr dunkel färben. Denkt man sich nun eine grosse Anzahl der sonst mehr einzeln vorkommenden Fasern direct an einander gerückt, so ist es ganz gut verständlich, dass dadurch ein compacter, schwarzer Ring vorgetäuscht werden kann, besonders da die Osmiumsäure keine Schrumpfung des Inhalts hervorruft, wie Alkohol und auch Sublimatalkohol es thun. Für meine Ansicht, dass die Scheiden der Neuralcanäle keine fettartige Masse, sondern Bindegewebe sind, spricht auch der Umstand, dass auch z. B. die Bindegewebslamellen, welche namentlich an den Commissuren den medianen Nerven abgrenzen, und welche sich gleichfalls durch ihren Reichthum an Fasern auszeichnen, oft kaum minder durch Osmiumsäure geschwärzt werden, als die Hüllen der Neuralcanäle. Vignal führt nun noch als einen Beweis für die „matière grasse“ die Beobachtung an, dass nach vorhergehender Behandlung mit Alkohol und Aether die Schwärzung nicht so intensiv ausfalle, wie bei unmittelbarer Einwirkung auf die frischen Gewebe. Ich halte diesen Beweis für nicht stichhaltig, da es einem jeden, der mit Osmiumsäure gearbeitet hat, bekannt sein dürfte, dass die Dunkelfärbung durch dieses Reagenz an Alkoholpräparaten überhaupt lange nicht so schnell und so stark auftritt, wie bei Einwirkung auf die frischen Gewebe, auch da, wo gar kein Fett oder dgl. vorhanden ist — aus welchem Grunde, vermag

ich allerdings nicht anzugeben. — Ich komme somit zu dem Resultate, dass die Hüllen der Neuralcanäle nichts anderes sind, als ein sehr faserreiches und kernarmes, in ganz dicht umeinanderliegenden, concentrischen Lagen geschichtetes Bindegewebe.

Inhalt der Neuralcanäle.

Grösseren Täuschungen womöglich noch als bei Beurtheilung der Natur der Scheiden ist man bei Untersuchung des Inhalts dieser bindegewebigen Röhren ausgesetzt. Wenn man ein abgetrenntes Stückchen des Bauchmarks in Wasser untersucht, so gelingt es leicht durch vorsichtigen Druck auf das Deckglas, einen Theil des Inhalts, namentlich der medianen, dickeren Röhre in Form einer cylindrischen Masse herauszupressen. Es ist dies eine scheinbar wenigstens ganz homogene, namentlich keine Strichelung zeigende Masse. Nach nicht langer Zeit zerfällt sie unter dem Einflusse des Wassers in grosse, äusserst zähflüssige Tropfen, welche bei ihrer Bewegung durch Drücken auf das Deckglas oft einen langen Schweif nach sich ziehen. Aus den dünneren, lateralen Röhren presst man oft gleich anfangs lediglich solche zähflüssige Tropfen hervor.

Verdünnte Essigsäure scheint anfangs eine Art Gerinnung zu bewirken, bei Anwendung stärkerer Säure wird die Masse ganz durchsichtig und löst sich auf, was Kalilauge gleich anfangs hervorruft. Alles spricht für die plasmatische Natur der Masse. — Osmiumsäurepräparate zeichnen sich dadurch aus, dass von dem ganzen Inhalt überhaupt sehr wenig, oft gar nichts übrig geblieben ist. Bei Anwendung der Vignal'schen Methode sieht man höchstens nur hier und da verschiedenen geformte Gerinnsel, die man alsbald als Kunstpro-

ducte erkennt, wenn man das höchst verschiedenartige Aussehen derselben auf selbst ganz nahe bei einander liegenden Schnitten beobachtet. Osmiumsäure conservirt eben diese Substanz nicht, deren geringe Resistenz gegen Wasser ich schon angeführt habe. Die nachfolgende Behandlung mit Alkohol u. s. w. bringt nur noch die Ueberbleibsel zur Gerinnung und Schrumpfung. Bemerkenswerth ist, dass an den hinteren und vorderen verjüngten Enden der Canäle der Inhalt sich besser erhält; mitunter sieht man hier eine homogene, ungefärbte Masse, die das ganze Lumen ausfüllt.

Schwieriger als solche zu entlarven sind die Kunstproducte, welche sich nach kurzer Einwirkung der Osmiumsäure mit nachfolgender Reduction durch Holzessig einzustellen pflegen. Einerseits ist die Zerstörung nämlich dann noch nicht so weit gegangen, und anderseits sind die reichlicheren Reste in Folge der stärkern Reduction durch den Holzessig etwas geschwärzt und dann durch die Alkoholeinwirkung zu einer ziemlich compacten, auf dem Querschnitt zackigen Figur zusammengeschumpft, welche bald mehr den Rändern, bald mehr dem Centrum genähert, bald von einem undeutlichen Gerinnsel umgeben ist, bald frei in dem Lumen der Röhre liegt. Man könnte durch diese Bilder sehr leicht zu der Annahme verführt werden, dass ein Axencylinder von viel geringerem Durchmesser als der der umgebenden Röhre in dieser von einer Flüssigkeit umspült flottirte und hier und da feine Fasern nach der Peripherie abgäbe. Ich führe dies deswegen so umständlich an, weil Rohde (der freilich mit andern Reagentien gearbeitet hat) ganz ähnliche Figuren abbildet und zu der erwähnten Ansicht thatsächlich gelangt ist. Natürlich kann ich, da ich Polychaeten auf diesen Punkt hin nicht untersucht habe, und daher nicht weiss, ob sich die Sache bei den von Rohde untersuchten Arten nicht vielleicht

wirklich so verhält, nicht mit Bestimmtheit behaupten, dass auch die Rohdeschen Bilder Kunstproducte seien.

Betrachtet man nämlich Alkohol- oder noch besser Sublimatpräparate, so sieht man in den drei Röhren eine scheinbar homogene, mit den gewöhnlichen Farbstoffen (Carmin, Haematoxylin) sich kaum färbende Masse, welche das Lumen ziemlich vollständig ausfüllt und zwar bei Sublimatpräparaten vollständiger, als bei Alkoholpräparaten. Die Auseinanderblätterung der bindegewebigen Scheide, die bei Os O_4 -Behandlung, wie angeführt, in der Regel nicht eintritt, macht es mir jedoch wahrscheinlich, dass auch an den Sublimatpräparaten noch eine geringe Schrumpfung stattgefunden hat, und dass ursprünglich die ganze Röhre von dem homogenen Inhalt erfüllt war. Carmin und Haematoxylin färben sie, wie schon angeführt und wie auch Vignal es richtig angiebt, nicht oder kaum; Pikrinsäure gelblich, Eosin roth. Ich will nicht verschweigen, dass ich nun allerdings, wenn auch sehr undeutlich, namentlich an Alkohol-Carminpräparaten, noch weniger auffallend an Sublimat-Haematoxylin-Präparaten ein dunkleres Centrum erkannte; aber immer nur stellenweise. Deswegen neige ich auch zu der Ansicht, dass auch hier Kunstproducte vorliegen. Endlich muss ich noch einiger vereinzelter Vorkommnisse Erwähnung thun. Hier und da sieht man nämlich auf einzelnen Schnitten einer Serie, während die Mehrzahl das beschriebene, gewöhnliche Ansehen bietet, in der Inhaltsmasse namentlich des medianen Canals eigenthümliche, strahlige Figuren, die untereinander erhebliche Abweichungen zeigen. Ich kann mir diese aber sehr gut künstlich entstanden denken, wenn ich annehme, dass jene Zerstörung, welche wir der Einwirkung des Wassers folgen sahen, an den betreffenden Stellen schon begonnen hatte, ehe die erhärtenden Flüssigkeiten einwirken konnten; etwa während der Entfernung des Ver-

danungstractus. — Weniger leicht kann ich mich über eine andere Erscheinung fortsetzen, welche ich freilich nur einmal an einem Alkohol-Carmin-Präparat beobachtet habe, die mir aber so merkwürdig vorkommt, dass ich eine besondere Abbildung davon gegeben habe. Es war nämlich in dem homogenen Inhalt der medianen Röhre ganz deutlich ein Körper zu erkennen, der einer kleinen, tripolaren Ganglienzelle auffallend ähnlich sah, und auch einen deutlich roth (wenn auch nicht sehr intensiv) gefärbten Kern besass. Da eine Andeutung derselben Gestalt auch auf dem folgenden Schnitt sich noch zeigte, war die Annahme ausgeschlossen, dass etwa durch die Microtomklinge eine Ganglienzelle in das Innere des Canals gerathen sei. — Die von Nansen beobachtete Beschaffenheit des Inhalts, der nach diesem aus Primitivröhren bestehen soll, konnte ich trotz aller angewandten Mühe niemals erkennen: Präparate, die irgendwie auf etwas derartiges hinzuweisen schienen, musste ich regelmässig aus andern Gründen für Kunstproducte halten. Auch muss ich gestehen, dass die Möglichkeit, den Inhalt als einheitliche Masse aus frischen Präparaten herauszudrücken, doch sehr gegen eine solche Zusammensetzung spricht. Freilich ist alles dies nicht vollständig beweisend; und da Nansen selbst seine Beobachtung als ausserordentlich schwierig angiebt, so gebe ich gern die Möglichkeit zu, dass ich eben aus diesem Grunde nichts davon sehen konnte. —

Im Ganzen bin ich also zu der Ansicht gekommen, dass der Inhalt der drei Neuralcanäle eine homogene plasmatische Masse ist.

Verlauf der Neuralcanäle; Zusammenhang mit Ganglienzellen.

Ich komme nun zu den Beobachtungen, welche ich für die Natur der Neuralcanäle als entscheidend be-

trachte. Es handelt sich dabei um den Nachweis, dass jener Inhalt derselben, der bisher als plasmatische, homogene Masse figurirte, nichts ist, als die mit einander, wie es scheint, völlig verschmolzenen Ausläufer von Ganglienzellen eigener Art. Von den angewandten Untersuchungsmethoden ist die 24stündige Einlegung in 1% Osmiumsäure bei weitem die beste: die geschwärzten Scheiden und das helle Innere — sei es, wie gewöhnlich, ein mit wenigen Gerinnseln erfüllter Hohlraum, sei es, wie es an den verjüngten vorderen und hinteren Enden die Regel ist, eine völlig ungefärbte Substanz — erlauben die Neuralcanäle gerade an den am meisten in Betracht kommenden dünnen Enden mit weit grösserer Deutlichkeit zu verfolgen, als die andern Methoden. Ich beginne mit der Beschreibung des hinteren Endes, da ich hier die beweiskräftigsten Resultate erhielt, will aber zuvor eine ganz besondere kleine technische Schwierigkeit erwähnen, die vielleicht eine Hauptschuld daran trägt, dass man bisher die im folgenden zu beschreibenden Thatsachen übersehen konnte. Wie gesagt, ist Osmiumsäure allem andern vorzuziehen. Dieses Reagenz dringt aber bekanntlich wenig in die Tiefe — und dann treten leicht Macerationen ein, die alles verderben. Eröffnet man dagegen, wie oben angegeben, den Wurm in der dorsalen Medianlinie und nimmt den Darm heraus, um der Osmiumsäure das Eindringen zu erleichtern, so hat dies am Hinterende viele Schwierigkeiten und es geht kaum ohne Verletzungen oder Verzerrungen ab, welche die Untersuchung, insbesondere die Anfertigung genauer lückenloser Querschnittserien, sehr erschweren. Am meisten würde ich daher empfehlen, die letzten $\frac{3}{4}$ cm etwa nicht aufzuschneiden, das übrige wie gewöhnlich zu präpariren, 1% Osmiumsäure auf das mit Nadeln befestigte Präparat bis zur genügenden Härtung einwirken zu lassen ($\frac{1}{2}$ —1 Stunde),

dann das ganze Hinterende (etwa 2 cm) abzuschneiden, die Nadeln zu entfernen, und das Präparat 24 Stunden in einem Fläschchen mit 1% Os O₄ zu belassen; schliesslich eine lückenlose Schnittserie von hinten anfangend (Paraffin) herzustellen; sodann auf die nunmehr zu bezeichnenden Punkte genau zu achten, wobei es unerlässlich ist, wenigstens auf dem Niveau der Wurzeln der Doppelnerve Schnitt für Schnitt durchzusehen.

Der mittlere Neuralcanal scheint sich hinten wirklich unmerklich zu verlieren: die beiden andern aber erweisen sich als die Fortsätze eigenthümlicher Ganglienzellen, welche in geringer Entfernung vom hintersten Ende zu suchen sind, d. h. nach dem Abgange des letzten Seitennerven. Diese Ganglienzellen sind durchaus nicht „colossal“, sondern stehen sogar wenigstens hinter den grösseren, gewöhnlichen Zellen noch zurück. Sie liegen, je eine ventral-lateral und fallen sofort sehr auffallend dadurch in die Augen, dass sie im Gegensatz zu den andern, tief gebräunten Zellen fast ganz ungefärbt geblieben sind. Der Kern hat eine zackige Gestalt oder nimmt diese wenigstens bei der angewandten Behandlung an. Er besitzt einen deutlichen Nucleolus und ist von einer Zone fein granulirten Zell-Plasmas umgeben. Diese Zellen sind unipolar, ihre breiten Fortsätze heben sich gleichfalls durch sehr helle Färbung deutlich ab; sie verlaufen unter einigen Schlängelungen dorsalwärts, um, an der gewöhnlichen Stelle der lateralen Neuralcanäle angelangt, rechtwinklig nach vorn umzubiegen, eine bindegewebige Hülle zu erhalten und fortan als „Neuralcanäle“ zu imponiren. Zunächst sind sie aber noch dünn — woher, fragte ich mich also, kommt die ausserordentliche Volumzunahme — da die Rohde'sche Erklärung für *Lumbricus* wenigstens nicht zutreffen kann. Der Dickenzuwachs hat vielmehr darin seinen Grund, dass die Canäle in ihrem

weiteren Verlaufe noch die Fortsätze anderer Ganglienzellen von wesentlich gleicher Beschaffenheit aufnehmen. An allen den Stellen der hinteren Bauchmarkspartie nämlich, wo der Doppelnerv entspringt, liegt auf jeder Seite je eine Ganglienzelle vom gleichen Typus, wie die soeben beschriebenen. Diese sind aber oft wenigstens erheblich grösser, ohne jedoch auf das Prädicat „colossal“ Anspruch erheben zu können. Auch konnte ich wenigstens in einem Falle mit Sicherheit constatiren, dass sie bipolar waren; leider war es mir jedoch unmöglich, den Verlauf des einen Fortsatzes — des innern — zu beobachten. Die anderen Fortsätze der beiden Zellen begeben sich nun, gleichfalls unter Schlängelungen, in den lateralen Neuralcanal derselben Seite, gehen dabei aber vorher sehr complicirte und äusserst merkwürdige Verhältnisse ein. Sie sind nämlich durch eine quere Anastomose mit einander verbunden. Ausserdem geht von letzterer ein Ast in den medianen Canal ab. Alles dies habe ich an mehreren Serien beobachtet und habe überall mit grösserer oder geringerer Deutlichkeit dieselbe Anordnung vorgefunden. Weniger bestimmt, aber doch auch als wahrscheinlich muss ich eine Verbindung des Anastomosencplexes mit den Wurzeln des gerade dort abgehenden Doppelnerven hinstellen. Dass ich dies nicht so genau verfolgen konnte, hat darin seinen Grund, dass nicht alles und gerade diese Verbindung durchaus nicht ganz auf demselben Niveau sich findet; so dass man gerade hier eine grössere Anzahl von Schnitten combiniren muss, wobei Irrthümer doch nicht ganz ausgeschlossen erscheinen. In einem Falle bog sogar der aus dem medianen Canal ventralwärts austretende Ast rechtwinklich um, um eine Strecke weit (unglücklicherweise brach gerade da die Schnittserie ab) dem medianen Canal parallel und etwas unterhalb desselben longitudinal zu ver-

laufen. Da er auch eine bindegewebige Scheide besass, hatte man hier also den ungewohnten Anblick von 4 Neuralcanälen. Beiläufig erwähne ich, dass Hr. Dr. Collin, der gleichzeitig über *Criodrilus lacustris* arbeitete, die Freundlichkeit hatte, mir ein ganz ähnliches Präparat dieses nahe verwandten Wurmes vorzulegen, an dem gleichfalls und in gleicher Weise 4 Neuralcanäle vorhanden waren. — Verlassen wir nun diese hinteren Segmente und wenden uns zu jenen mittleren Theilen, deren Untersuchung schon so viele Forscher beschäftigt hat. Da muss ich zunächst vor allem hervorheben, dass ich dort nirgends einen Zusammenhang mit Ganglienzellen auffinden konnte. Auch wäre eine so auffallende Thatsache wohl auch früheren Beobachtern kaum entgangen. In welchem Ganglion nun aber der letzte Zusammenhang — von hinten nach vorn gezählt — mit Ganglienzellen stattfindet, habe ich bisher nicht constatirt: um es zu erfahren, wird es nothwendig sein, da Längsschnitte aus gewissen Gründen weit weniger vortheilhaft sind, sich die Mühe nicht verdriessen zu lassen und eine sehr lange, lückenlose Querschnittsserie herzustellen.

In den von mir untersuchten mittleren Strecken fand ich häufig auf dem Niveau eines Nervenabganges Oeffnungen der Neuralcanäle. Einige Bilder deuteten wenigstens für den medianen Canal darauf hin, dass ein Zusammenhang mit den dort befindlichen dorsalen Faserbrücken stattfindet. Da nun letztere wiederum mit den Seitennerven in Verbindung stehen, dürften wir hier die peripheren Leitungsbahnen des merkwürdigen nervösen Organs vor uns haben. —

Verfolgen wir nun endlich die Neuralcanäle bis in das Unterschlundganglion, so fällt ausser der allmählichen, aber ziemlich schnell zunehmenden Verjüngung die Inconstanz der Lage auf. Während sonst überall der

mittlere Canal genau median und die lateralen in durchaus symmetrischer Vertheilung liegen, hört dies hier auf: die Canäle schlängeln sich, wenn auch nicht gerade sehr erheblich. Die beiden lateralen Canäle geben recht zahlreiche, ventral ziehende Aestchen ab, deren Verlauf im weiteren deswegen nahezu unbestimmbar ist, weil gerade dort sich massenhafte, genau ebenso aussehende Ganglienzellfortsätze vorfinden, so dass Verwechslungen nicht zu verhüten wären. Zudem verlieren alle 3 Canäle ihre bindegewebige Scheide um so mehr, je weiter wir nach vorn vordringen; zuletzt fast vollständig. Die im Zusammenhang mit der Abgabe der erwähnten Aestchen auf ein Minimum zusammengeschmolzenen lateralen Canäle verlieren sich endlich gänzlich. Anders verhält sich der mediane Canal. Dieser giebt gleichfalls ventrale Seitenästchen ab, die sich in der Regel alsbald gablig theilen. Ehe ich hier mit meiner Beschreibung fortfahre, will ich nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, dass mir nunmehr der sonst schier unerklärliche Zwiespalt zwischen Leydig und seinen Nachfolgern — insbesondere Claparède verständlich geworden zu sein scheint. Leydig hatte vermuthlich einen jener ventralen Aestchen des medianen Canals gefunden, dabei aber übersehen, dass der Hauptcanal noch über die Wurzel dieses Astes hinaus nach vorn zieht, und daher geglaubt, dieser selbst theile sich gablig. Spätere suchten diese vermeintliche Gabelung des medianen Canals natürlich nun so, dass sie zunächst den mittleren Neuralcanal so weit wie möglich nach vorn verfolgten und fanden dann freilich nichts derartiges.

Nach dieser Abschweifung kehren wir zu einem der ventralen Aestchen mit seinen 2 gabligen Seitenzweigen zurück. Ihre Verfolgung ist sehr schwierig, aus denselben Gründen, wie oben für die Aeste der lateralen Canäle angegeben. In einem Falle gelang es

mir trotzdem mit einiger Sicherheit zu beobachten, wie diese gabligen Aeste sich zu je einer gewöhnlichen Nervenröhre begaben und mit dieser anastomosirten. Diese Nervenröhre konnte ich nun aber zu meinem Erstaunen sowohl nach vorn, wie nach hinten von der Vereinigungsstelle mit dem Neuralcanal-Aste eine Strecke weit verfolgen; leider, aber begreiflicherweise nur eine Strecke weit. — So wird nun der mediane Canal in Folge der Abgabe von Seitenästen immer dünner und dünner, und ist zuletzt von einem gewöhnlichen Ganglienzellfortsatz nicht mehr zu unterscheiden. Zugleich giebt er sowohl seine mediane, wie seine dorsale Lage auf und biegt sich in die eine Hälfte der vorderen Partie des Unterschlundganglions. Zuletzt sah ich ihn eine Richtung auf eine Ganglienzellgruppe einschlagen, die an der Vereinigungsstelle der Schlundcommissuren zum Unterschlundganglion liegt. Unter diesen Ganglienzellen befinden sich auch einige, welche mit den erwähnten Centren der lateralen Canäle im Hinterende in sofern Aehnlichkeit besitzen, als sie ziemlich auffallend hell aussehen. Einen Zusammenhang aber mit Sicherheit zu constatiren, war ein Ding der Unmöglichkeit, weil hier wiederum sehr zahlreiche Ganglienzellfortsätze völlig gleichen Aussehens Verwechslungen fast unvermeidlich machen. Ich neige aber zu der Annahme, dass hier thatsächlich ein Zusammenhang besteht.

Function der Neuralcanäle.

Nach den soeben dargestellten Beobachtungen glaube ich, dass die alte Streitfrage über die Natur der Neuralcanäle des Regenwurms zu Gunsten Leydigs und seiner Anhänger definitiv entschieden ist. Besonders beweiskräftig dürfte dabei der erwiesene Zusammenhang mit Ganglienzellen sein. Dazu kommt die Gleichheit des chemischen Verhaltens des Inhalts

der Neuralcanäle und der gewöhnlichen Nervenröhren. Dieser Inhalt besteht, wie wir gesehen haben, aus Ganglienzellfortsätzen, welche nach meiner Ansicht zu einem homogenen Ganzen verschmolzen sind, für den Fall einer Bestätigung der Nansen'schen Ansicht jedoch vom Vorhandensein von Primitivröhren ein Bündel solcher darstellen würden. Die zugehörigen Ganglienzellen zeichnen sich zwar — im Gegensatz zu den Befunden Spengels und Rohdes bei Polychaeten — nicht durch colossale Grösse aus, wohl aber durch andere, oben angeführte Charaktere. Letztere Thatsache, wie auch der so auffallende Verlauf dieser demnach mit Recht als „riesige Röhrenfasern“ von Leydig bezeichneten Gebilde macht es sehr wahrscheinlich, dass sie auch eine ganz besondere Function haben. Welcher Art diese aber sein mag, darüber dürften wohl allein Versuche am lebenden Thier Aufschluss geben können, welche jedoch aus naheliegenden Gründen sehr schwierig sein möchten. Ohne solche Versuche Hypothesen darüber aufzustellen, erscheint als ein müssiges Beginnen. Jedenfalls sind aber die Neuralcanäle, um es noch einmal zu wiederholen, nervöse Gebilde. Dies schliesst nun aber nicht im mindesten die Annahme aus, dass ihre starke, bindegewebige Scheide nebenbei auch zur Stützung des ganzen Bauchstrangs dienen mag. Es ergiebt sich nämlich erstens aus mathematisch-mechanischen Gründen, dass ein Cylinder, dessen periphere Wände aus resistantem Stoffe — hier also dicht geschichteten Bindegewebslamellen — bestehen, eine zum Verhältniss des Materialaufwandes sehr beträchtliche Biegungsfertigkeit besitzt. Zweitens aber wird meine Vermuthung, dass diese Eigenschaft der Neuralcanäle für das ganze Nervensystem erheblich ist, durch die Angabe Vejdowskys gestützt, dass die Ausbildung des Hautmuskelschlauchs in umgekehrter Correlation mit derjenigen der Neuralcanäle

bei den verschiedenen Arten der Oligochaeten steht. Somit glaube ich also, dass die Neuralcanäle oder besser eigentlich ihre Hüllen insofern eine Nebenfunction ausüben, als sie ebenso wie die Längsmuskulatur Knickungen des Bauchstrangs bei Contractionen des Wurms zu verhindern geeignet sind.

Unterschlundganglion.

Nachdem wir nun so das Bauchmark im allgemeinen und die Neuralcanäle im speciellen kennen gelernt haben, erübrigt noch eine Besprechung des Gehirns, der Schlundcommissuren mit dem sogenannten Sympathicus, sowie des Unterschlundganglions. Ich beginne mit dem letzteren, da es sich eng an die übrigen Ganglien des Bauchmarks anschliesst. An Schnittserien konnte ich nicht weniger als sieben Nervenwurzeln jederseits unterscheiden; die 3. und 4. sowie die 6. und 7. sind einander sehr genähert und erinnern durchaus an die beiden Wurzeln des Doppelnerven der gewöhnlichen Ganglien. Der 3. und 6. sind nämlich vorwiegend ventralen Ursprungs, der 4. und 7. hingegen dorsalen. Der 2. und der 5. Nerv dagegen dürfte als homodynam dem einfachen Nerven des gewöhnlichen Ganglions aufzufassen sein; der erste Nerv, der zudem sehr schwach ist, wäre dann eine Bildung eigner Art und vielleicht genetisch den Schlundcommissuren beizuzählen. Nach dieser Auffassung wäre die Masse, die als langgestrecktes, ungegliedertes Unterschlundganglion sich darstellt, ein Verschmelzungsproduct zweier Bauchmarksganglien. Verfolgen wir nun eine Querschnittserie durch das Unterschlundganglion. (Osmiumsäurebehandlung am günstigsten.) Unmittelbar an der Vereinigungsstelle der Schlundcommissuren fällt ein Haufen grösserer Ganglienzellen auf, von denen ich bereits die Vermuthung

ausgesprochen habe, dass sie vielleicht das Centrum des medianen Neuralcanals darstellen möchten. Besonders hervorheben will ich noch den Umstand, dass die Leydig'sche Punktsubstanz der vorderen und der hinteren Hälfte des Unterschlundganglions sehr erheblich von einander abweicht. Erstere besteht nämlich vorwiegend aus feinsten Fibrillen — wie die des Gehirns, letztere dagegen zeigt bereits dieselbe Structur, wie die der gewöhnlichen Ganglien, d. h. besteht aus zahlreichen parallel laufenden Nervenröhren, während die fein fibrilläre Substanz auf einige Stellen der ventralen Partie beschränkt bleibt. Diese treten nach Osmiumsäurebehandlung durch ihre viel dunklere Farbe deutlich hervor. Aus ihr entspringt ein starker Ast des 3. und des 6. Nerven, die wie angegeben, ebenso wie die ersten Wurzeln der gewöhnlichen Doppelnerven, vorwiegend ventralen Ursprungs sind. Er tritt als dunkler Streif, der sich in die Nervenwurzel fortsetzt, sehr deutlich hervor. Der Uebergang der nervösen Centralsubstanz der vordern Hälfte in die der hintern findet so statt, dass die anfangs spärlichen Nervenfasern immer zahlreicher werden, unter gleichzeitiger Einschränkung der fibrillären Substanz auf die ventralen Partien. Die Nervenfasern unterscheiden sich in nichts von den Ganglienzellfortsätzen und ich habe die Ueberzeugung gewonnen, dass sie sämmtlich solche sind, oder auch theilweise — die dickeren namentlich — Verschmelzungsproducte mehrerer.

Die Ganglienzellen sind so zahlreich und stehen an den ventralen und den lateralen Seiten so gedrängt, dass eine Unterscheidung in Gruppen nicht thunlich ist. Nach dem Abgange des 4. Nerven findet eine sehr beträchtliche Abnahme der Zahl der Ganglienzellen statt; was gleichfalls für die Bedeutung dieser Stelle als ursprünglicher Commissur zwischen zwei Ganglien spricht.

Die bindegewebigen Septen, welche im übrigen Bauchmark die beiden Hauptfaserstränge unter sich und vom medianen Nerven trennen bis auf die angegebenen Stellen, sind im vorderen Theile des Unterschlundganglions nicht vorhanden oder unvollständig. Eine deutliche Sonderung in 3 Faserstränge tritt erst in der auf das Unterschlundganglion folgenden Commissur auf.

Die Schlundcommissuren entspringen an derselben Stelle des Gehirns, wie die beiden nach vorn gehenden starken Nerven. Ausser fein fibrillärer Substanz enthalten sie bereits einige stärkere Nervenfasern, deren Ursprung theilweise jedenfalls im Gehirn zu suchen ist, wovon später. Sie enthalten nur stellenweise einige kleine Glanglienzellen und geben nach innen, nach dem Schlunde zu, mehrere Nervenästchen ab, welche dort in das von kleinen, schwer zu conservirenden Ganglienzellen reiche Centrum des sogenannten Sympathicus eintreten.

Gehirn.

Der Bau des Oberschlundganglions oder Gehirns weicht in so vielen Punkten von demjenigen der Bauchmarksganglien ab, dass ich die Beschreibung desselben zum Schlusse aufgespart habe. — Bekannt ist bereits, dass die Ganglienzellen vornehmlich sich in einer dorsalen Rindenschicht vorfinden; ferner, dass die Schlundcommissuren im Gehirn sich als deutlich erkennbare Faserstränge fortsetzen, so dass dieses eine Art von Quercommissur besitzt. (Vignal u. a.) Walter spricht ferner von kleinen und grossen Ganglienzellen. — Ich beginne wieder mit der Beschreibung einer Querschnittserie mit der Vorbemerkung, dass Osmiumsäure-Präparate möglichst grosser Thiere hier bei weitem die besten Bilder liefern; ferner, dass es darauf ankommt, möglichst genau querszuschneiden, da an schief geführten Schnitten die

Uebersichtlichkeit der Verhältnisse wesentlich leidet. — Zunächst erhält man die Querschnitte der beiden nach vorn abgehenden Nerven, deren proximale Enden durch Einlagerung zahlreicher kleiner Ganglienzellen sich als lobi des Gehirns darstellen. Auf den späteren Querschnitten lassen sich auch im allgemeinen zwei verschiedene Elemente unterscheiden: Eine fein fibrilläre, central und ventral gelegene „Punksubstanz“; zweitens Ganglienzellen. An gefärbten Präparaten (Carmin) erkennt man ausserdem allenthalben eingestreute Bindegewebskerne, welche auf das Vorhandensein einer neurogliaartigen Gerüstsubstanz auch im Gehirn deuten. Besonders zahlreich sind sie zwischen den Ganglienzellen und auf der ventralen Seite, welche sogar vorwiegend aus bindegewebsartigen Elementen zusammengesetzt erscheint. Was nun zunächst die Ganglienzellen betrifft, so lassen sich mit grösster Deutlichkeit verschiedene Arten und verschiedene Gruppen unterscheiden. Die ganze dorsale Partie des Gehirns stellt eine hauptsächlich aus Ganglienzellen bestehende Rindenschicht dar. Diese Ganglienzellen zeichnen sich namentlich durch die Schwierigkeit aus, sie zu conserviren. Schon die Grenzen der einzelnen Zellen sind schwer zu erkennen; die Zahl ihrer Fortsätze zu bestimmen oder auch letztere nur deutlich zu sehen, war mir unmöglich. Aus der Zahl dieser im ganzen sehr kleinen Zellen heben sich einzelne grössere ab, die von birnförmiger Gestalt und unipolar sind. Sie senden deutlich wahrnehmbare Fortsätze in die centrale Substanz. Ausser diesen „Ganglienzellen der dorsalen Rindenschicht“, wie man sie bezeichnend nennen könnte, finden sich nun aber im Gehirn Gruppen von grossen, birnförmigen, unipolaren und im Gegensatz zu den andern, äusserst scharf contourirten Ganglienzellen mit sehr breiten Fortsätzen, welche letztere einen dorsalen und einen ventralen Faser-

strang zusammensetzen, die erst kurz vor ihrem Eintritte in die Schlundcommissuren zu je einem einheitlichen Strange sich vereinigen. Beiderseits unterscheidet man eine dorsale und eine ventrale Gruppe. Nach allem, was ich beobachtet habe, muss ich annehmen, dass hier eine vollständige Faserkreuzung stattfindet; alle Zellen der rechten Seite senden ihre Fortsätze in die linke Schlundcommissur und umgekehrt, vielleicht mit Ausnahme der gleich zu erwähnenden, äusseren ventralen Gruppe, bei der mir die Sache zweifelhaft erscheint. Es finden sich auch Fasern, die schräg von der einen Commissur zur andern ziehen, so dass ein ziemlich verwickeltes Bild entsteht, wenn es glückt (was bei mir einmal der Fall war), der Hauptsache nach alles auf einem einzigen Schnitt zu überblicken. Sowohl die dorsale, wie die ventrale Gruppe der „grossen Ganglienzellen des Gehirns“, wie ich diese kurz nennen will, theilt sich in je 2 Unterabtheilungen, welche nicht nur durch das Verhalten ihrer Fortsätze sich unterscheiden, sondern auch oft räumlich etwas getrennt sind. Ich bezeichne

Die innere ventrale Gruppe als Gr. 1

Die äussere ventrale Gruppe - Gr. 2

Die äussere dorsale Gruppe - Gr. 3

Die innere dorsale Gruppe - Gr. 4

Ihre Fortsätze verhalten sich nun folgendermassen:

Gr. 1 sendet ihre Fortsätze in den ventralen Faserstrang, den man auch als ventrale Wurzel der Schlundcommissuren bezeichnen könnte; wahrscheinlich rühren auch einige der vom ventralen Faserstrang zum dorsalen schief aufwärts ziehenden Fasern von Gr. 1 her.

Gr. 2 sendet ihre Fortsätze der Hauptsache nach in die grosse Quercommissur nach Vereinigung des dorsalen Faserstrangs mit dem ventralen.

Gr. 3 sendet die Fortsätze in den ventralen Strang.

Gr. 4 endlich liefert Fasern sowohl für den dorsalen, als auch für den ventralen Strang. Wahrscheinlich rührt auch ein Theil der schiefen Fasern von Gr. 4 her. —

Die nervöse Centralsubstanz oder Leydig'sche Punktsubstanz des Gehirns besteht aus wirr durch einander geschlungenen Fäserchen, deren Ursprung ich in den kleinen Ganglienzellen der Gehirnrinde vermüthe. Sie bilden in ihrer Gesammtheit eine zusammenhängende Masse, an der jedoch 2 differente Partien zu unterscheiden sind. Der Unterschied beider beruht vor allem auf einem verschiedenen, chemischen Verhalten, welches nach Osmiumsäure-Behandlung sehr frappant zu Tage tritt. Von der heller braun gefärbten Hauptmasse hebt sich nämlich eine weit dunkler gefärbte Partie ab, welche, umgekehrt wie die Faserstränge, einen nach hinten convexen Bogen beschreibt, dessen Höhenlage dem Zwischenraum zwischen dem dorsalen und dem ventralen Faserstrange entspricht. Die Abgrenzung gegen die Hauptmasse ist oft recht scharf; ab und zu erblickt man einzelne, von der dunklen Masse sich abzweigende Bälkchen. Auch mit Carmin färbt sich diese bogenförmige Partie dunkler als das übrige, wenn auch nicht so beträchtlich, wie mit Osmiumsäure. Dabei konnte ich auch sehen, dass die Fibrillen der dunkleren Substanz zu Zügen, welche dem Verlaufe des ganzen Bogens gleichgerichtet sind, einigermaßen geordnet erscheinen, während diejenigen der helleren Partie anscheinend ganz wirr durcheinander geknäuel sind. Es ist wunderbar, dass Vignal diesen Unterschied der Färbbarkeit durch Osmiumsäure, mit der er gleichfalls viel gearbeitet hat, ganz übersehen zu haben scheint. Er erwähnt ihn nirgends.

Zum Schluss gebe ich eine Uebersicht der gewonnenen

Resultate.

1. Die kurzen Commissuren zwischen den dicht aneinanderliegenden Ganglien des Bauchstrangs von *Lumbricus* liegen vor den Abgangsstellen der einfachen Nerven (entgegen der Reihenfolge Vignals. Schon Faivre gab dieselbe richtig an).

2. In jedem Ganglion liegt eine beschränkte Anzahl von grossen, multipolaren Ganglienzellen von constanter Lage und eigenthümlicher chemischer Beschaffenheit, wahrscheinlich vergleichbar den medianen Zellen von *Hirudo* (Hermann) und von *Travisia* (Kükenthal).

3. In jedem Ganglion finden auf dem Niveau der Nervenabgänge Faserkreuzungen statt („Nervenquerbrücken“).

4. Die Seitennerven beziehen mit Ausnahme der ersten Wurzel des Doppelnerven ihre Fasern zum Theil aus den eben erwähnten Querbrücken. Die erste Wurzel des Doppelnerven ist vorwiegend ventralen Ursprungs, die zweite vorwiegend dorsal.

5. Im Bauchmark von *Lumbricus* verläuft zwischen beiden Hauptfasersträngen ein dritter, schwächerer, unpaarer, der namentlich auf Querschnitten der Commissuren als „medianer Nerv“ deutlich abgegrenzt ist.

6. In den beiden lateralen Haupt-Fasersträngen des Bauchmarks treten je drei Gruppen eng aneinander liegender, stärkerer Nervenfasern hervor; in der ventralen Gruppe liegt eine besonders dicke Nervenröhre. In der Nähe der letzteren befindet sich eine differente Gewebs-Partie, ähnlich den Fibrillen des Gehirns.

7. Das Unterschlundganglion ist wahrscheinlich ein Verschmelzungsproduct zweier Bauchmarks-Ganglien.

8. Die Hüllen der Neuralcanäle sind rein bindegewebiger Natur und mit dem Myelin der Wirbelthiernerven nicht zu vergleichen. Sie tragen — als Nebenfunction — vermuthlich dazu bei, Knickungen des Bauchstrangs bei Contractionen des Wurms zu verhüten.

9. Der Inhalt der Neuralcanäle besteht aus Ganglienzellfortsätzen, welche wahrscheinlich zu einer homogenen Masse miteinander verschmolzen sind.

Die beiden lateralen Neuralcanäle beginnen im **hinteren** Ende des Bauchmarks als Fortsätze zweier ventral gelegener Ganglienzellen von besonderer Beschaffenheit, aber nicht ungewöhnlicher Grösse. In ihrem weiteren Verlaufe nehmen sie noch die Fortsätze anderer Ganglienzellen gleicher Beschaffenheit auf, welche auf dem Niveau der Wurzeln der Doppelnerven in den hinteren Ganglien auf der Ventralseite in symmetrischer Vertheilung liegen. Vor dem Eintritt in die Neuralcanäle gehen die Fortsätze derselben complicirte Anastomosen sowohl miteinander, als auch mit dem medianen Canal ein.

10. Die nervöse Centralsubstanz des Gehirns weicht wesentlich von der des Bauchmarks ab. Das Gehirn besitzt einen weit complicirteren Bau, als bisher angenommen wurde.

Zum Schlusse spreche ich auch an dieser Stelle den Herren, welche durch Mittheilung von Methoden, Ueberlassung von Litteratur u. s. w. meine Arbeit gefördert haben, insbesondere meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Fr. E. Schulze, für die warme Theilnahme, die er meinen Untersuchungen entgegenbrachte, meinen verbindlichsten Dank aus.

Literaturnachweis. *)

- E. Claparède: Histologische Untersuchungen über den Regenwurm in Zeitschr. für wissensch. Zoolog. XIX pg. 563. 1868.
- J. Lockhard Clarke: On the Nervous system of *Lumbricus terrestris* in Proceedings of the Royal Society of London Vol. VIII. London 1857 pg. 343.
- Ernest Faivre: Etudes sur l'histologie comparée de quelques animaux inférieurs. Paris 1857. Baillière et fils.
- Hermann: Centralnervensystem von *Hirudo medicinalis*. Gekrönte Preisschrift. München, E. Stahl, 1875.
- W. Kükenenthal: Ueber das Nervensystem der Opheliaceen. Habilitationsschrift u. s. w. Jena, Gustav Fischer, 1887.
- Leydig: Vom Bau des thierischen Körpers. Tübingen 1864.
- Fr. Nansen: The structure and combination of the Histological Elements of the Central Nervous System. 1887.
- E. Rohde: Histolog. Untersuchungen über das Nervensystem der Polychaeten. Zoolog. Beiträge. Breslau 1887.
- J. Rorie: On the anatomy of the Nervous System in the *Lumbricus terrestris*. Quarterly Journal of Microscop. Science, edited by Lankaster und Busk. Vol. III. London 1863.
- Spengel: *Oligognathus Bonelliae* Mthlg. d. Instituts zu Neapel III.
- Vejdowsky: System u. Morphologie der Oligochaeten.
- Vignal: Recherches histologiques sur les centres nerveux de quelques invertébrés. Archive d. zool. expér. (Lacaze Duthiers). Série 2. 1883.
- G. Walter: Microscop. Studien über das Centralnervensystem wirbelloser Thiere. Bonn 1863.

*) Eine ausführliche Zusammenstellung der einschlägigen Literatur findet man u. a. in der angeführten Schrift Nansen's: „The structure and combination u. s. w.“, chronologisch geordnet.

THESEN.

I.

Die Streitfrage über die Erbllichkeit erworbener Eigenschaften kann nur durch zahlreiche, umsichtig geleitete Experimente einwandfrei entschieden werden.

II.

Die Annahme einer Homologie zwischen dem Bauchmark der Anneliden und dem Rückenmark der Vertebraten bedarf noch einer zwingenden Beweisführung.

III.

Der Unterricht in den Naturwissenschaften verdiente sowohl als Grundlage einer allgemeinen Bildung als auch zum Zwecke der sogenannten „Geistesschulung“ entschiedenen Vorzug vor demjenigen in den alten Sprachen.

VITA.

Natus sum Adolphus Nathanius Carolus Benedictus Friedlaender Berolini d. XVIII mensis Julii anni h. s. LXVI. Patrem Carolum, qui fuit nostrae universitatis Berolinensis professor, vitam defunctum, pio animo lugeo. Fidei addictus sum evangelicae. XVII annos natus maturitatis testimonio a gymnasio Guilelmiano Berolini accepto in philosophorum ordinem universitatis Berolinensis receptus sum.

Qua in universitate postquam semestria II in studium rerum naturalium incubui, in universitatem Heidelbergensem me contuli, unde uno semestri peracto Berolinum redii. Uno semestri post Jenam profectus sum, ubi tria semestria vixi. Deinde Berolinum redii.

Praeceptores mihi fuerunt viri illustrissimi:

Bardeleben, Buesgen, Bütschli, Haeckel, Heider, de Helmholtz, O. Hertwig, Hettner, Hofmann, Königsberger, Korschelt, Kükenthal, A. Lang, Netto, Pfizner, Pinner, Preyer, Quincke, F. E. Schulze, Schwendener, Sell, Stahl, Waldeyer, Walther, Zeller.

Omnibus his viris, praecipuo vero viro clarissimo F. E. Schulze gratias ago quam maximas.
